

بخش دوم: واحدهای یادگیری

فصل ۱

فیزیک و اندازه گیری

خلاصه فصل

فصل پیش رو را می توان در حالت کلی به سه بخش، تقسیم کرد که هر کدام از آنها از اهمیت به سزایی در کل کتاب برخوردارند. در بخش نخست هنرجویان با علم فیزیک و اهمیت آن در زندگی خود آشنایی بیشتری پیدا خواهند کرد و این بخش با اشاره به برخی از کاربردهای آن در حوزه های مختلف صنعت ادامه می یابد. بخش دوم شامل اشاره های کوتاه به اهمیت علم اندازه گیری بخصوص در فیزیک است که این موضوع با بیان اهمیت تعیین یکا و استاندارد مناسب و همچنین یک دستگاه یکای عمومی و جهان شمول ادامه می یابد. در این بخش دستگاه یکاهای بین المللی یا همان SI به همراه کمیت های اصلی و فرعی به هنرجویان معرفی می شود. در نهایت و در بخش سوم این فصل، هنرجویان با تقسیم بندی دیگری برای کمیت های فیزیکی آشنا می شوند. در این بخش کمیت ها به دو دسته کمیت های نرده ای و برداری تقسیم می شوند و در ادامه می کوشیم آنها را با برخی از ویژگی های مهم کمیت های برداری و قواعد جمع برداری آشنا کنیم

دانسته های پیشین

همواره به جهت تحقق یادگیری معنی دار توجه به دانسته های قبلی فراگیران، اهمیت بسیار دارد. همان طور که در خلاصه فصل آمده، در این فصل قرار است هنرجویان با اهمیت اندازه گیری در فیزیک آشنا شوند. به همین جهت باید در نظر داشت که در فصل ۲ علوم هفتم، تمامی هنرجویان قدری با این اهمیت آشنا شده اند. همچنین در این فصل (فصل ۲ علوم هفتم) با برخی از مهم ترین کمیت ها (جرم، طول، حجم، چگالی و زمان) و برخی از ابزارهای اندازه گیری آشنا شده اند. باید در نظر داشت هنرجویان پایه دهم با گذر از درس های مختلفی از جمله علوم و کاروفناوری به خوبی با مفهوم اندازه گیری و انواع کمیت ها در علم آشنا هستند. در نتیجه پیشنهاد می شود با نگاهی گذرا به این درس ها نقطه مناسبی را برای شروع کار انتخاب کنید.

واحد یادگیری	اجزای واحد یادگیری	مدت تدریس پیشنهادی
۱	۱-۱ فیزیک چیست؟ ۱-۱-۱ اهمیت اندازه گیری در علم فیزیک ۲-۱ کمیت ها و یکاها ۱-۲-۱ کمیت ها و یکاهای اصلی ۲-۲-۱ کمیت ها و یکاهای فرعی	۸۰ دقیقه
۲	۳-۲-۱ تبدیل یکاها و پیشوندها ۴-۲-۱ نمادگذاری علمی	۸۰ دقیقه
۳	۳-۱ اندازه گیری کمیت ها ۱-۳-۱ ارقام بامعنی و عدد غیرقطعی ۲-۳-۱ وسایل اندازه گیری	۸۰ دقیقه
۴	۴-۱ کمیت های برداری و نرده ای ۱-۴-۱ نمایش کمیت های برداری ۲-۴-۱ قواعد جمع برداری	۸۰ دقیقه
۵	پاسخ پرسش ها و مسئله های پایان فصل	۸۰ دقیقه

اهداف فصل در حوزه یادگیری علوم

نگرش (ارزش)	مهارت	دانش
<p>- پی بردن به اهمیت و نقش علم فیزیک در شناخت و عظمت آفرینش (به عنوان مثال: گستره طولی در جهان)</p> <p>- تقویت حس کنجکاو نسبت به توجیه پدیده‌های فیزیکی</p> <p>- ایجاد و تقویت تفکر علمی و حس کاوشگری برای کشف رابطه بین علت و معلول در پدیده‌های فیزیکی (به عنوان مثال: برانگیختن حس کاوشگری در کشف قوانین برداری حاکم بر حرکت هواپیما)</p> <p>- تقویت دید انتقادی در مورد نظریه‌های فیزیکی (به عنوان مثال: ابزارهای اندازه‌گیری با قدرت تفکیک بالاتر به عنوان عاملی برای بهبود، اثبات و یا رد نظریه‌ها)</p> <p>- پی بردن به وجود یک خالق و نظم‌دهنده یکتا با توجه به مشاهده نظام‌مند بودن پدیده‌های طبیعی</p> <p>- توجه به اهمیت کار دانشمندان در سیر تکوینی نظریه‌ها و قوانین فیزیک (به عنوان مثال: کشف ابزارهای اندازه‌گیری با حساسیت و وضوح بالا)</p> <p>- تقویت روحیه همکاری و تعاون و احترام به دیدگاه‌های متفاوت و پذیرفتن منطق در گفت‌وگو (به عنوان مثال: انجام مشارکتی بخش تجربه کنید‌ها و یا پاسخ مشارکتی به فکر کنید‌ها)</p>	<p>- کسب توانایی جهت طراحی برخی از آزمایش‌ها و نتیجه‌گیری از آزمایش‌های انجام شده (به عنوان مثال: آزمایش کنید صفحه ۳۰ کتاب درسی)</p> <p>- کسب توانایی لازم برای فرضیه‌سازی (به عنوان مثال: فکر کنید صفحه ۱۹ کتاب درسی)</p> <p>- کسب توانایی لازم برای پیش‌بینی رویدادها بر اساس تجربه‌هایی که انجام گرفته است (به عنوان مثال: فکر کنید صفحه ۱۶ کتاب درسی)</p> <p>- کسب توانایی برای تعمیم قوانین و مفاهیم فیزیک آموخته‌شده در مسئله‌های مشابه (به عنوان مثال: فکر کنید صفحه ۱۸ کتاب درسی)</p> <p>- کسب توانایی در انتخاب مواد آموزشی مناسب (به عنوان مثال: تجربه کنید صفحه ۲۱ کتاب درسی)</p> <p>- و یا استفاده هدفمند از نرم‌افزارها و شبیه‌سازی‌های مربوط در پاسخ به تمرین‌ها)</p> <p>- کسب توانایی لازم در اندازه‌گیری و محاسبه پارامترهای کمیته‌ها (به عنوان مثال: آزمایش کنید صفحه ۳۰ کتاب درسی)</p> <p>- کسب توانایی لازم در به کارگیری مهارت‌هایی همچون (مشاهده، اندازه‌گیری، تفسیر یافته‌ها، طراحی تحقیق، جمع‌آوری اطلاعات و ...) و پاره‌ای از مفاهیم فیزیک در زندگی (به عنوان مثال: تجربه کنید صفحه ۲۹ کتاب درسی یا فکر کنید صفحه ۳۶ کتاب درسی)</p> <p>- پرورش و تقویت مهارت برقراری ارتباط و مشارکت در فعالیتهای گروهی و جمعی</p>	<p>- آشنایی با برخی مبانی، مفاهیم، قوانین و نظریه‌های فیزیکی (به عنوان مثال: مفهوم کمیت یا یکا و یا قواعد جمع برداری)</p> <p>- آشنایی با کاربرد قوانین و نظریه‌های دانش فیزیک در توجیه پدیده‌ها و ارتباط آنها با دانش‌های دیگر (به عنوان مثال: کاربرد قواعد جمع برداری در توجیه حرکت هواپیما در حضور باد)</p> <p>- کسب آمادگی لازم برای زندگی در جهان پیچیده و فناورانه امروز (به عنوان مثال: آشنایی با ابزارهایی نظیر گولیس و ریزسنج با قدرت تفکیک بالاتر نسبت به خط‌کش)</p> <p>- کسب توانایی لازم برای یادگیری مستمر و هماهنگ با دانش‌های روز (به عنوان مثال: آشنایی با جدیدترین دستاوردهای فناوریانه در علم اندازه‌گیری)</p> <p>- کسب توانایی لازم در انتخاب راه حل بهتر و مناسب‌تر در حل مسئله‌ها</p> <p>- آشنایی با روش مطالعه و تحقیق و تحلیل‌های دانشمندان برای پیشرفت فیزیک و ساخت ابزار جدید</p>

ایجاد انگیزه



در ابتدای فصل و برای ایجاد انگیزه، تصویری از یک کارگاه نجاری آورده شده است. در گوشه این تصویر سؤالی از هنرجویان پرسیده شده که می‌تواند نقطه شروع بحث باشد. هنرجویان می‌توانند در گروه‌های ۳ تا ۵ نفره به مدت ۱ الی ۲ دقیقه روی پاسخ این سؤال فکر کرده و نتیجه را به کلاس اعلام کنند. هدف اصلی این تصویر بیان اهمیت یکای مناسب در اندازه‌گیری‌ها است. البته شما می‌توانید با طرح سؤالاتی (نظیر سؤالات زیر) هنرجویان را برای ورود به بحث آماده کرده و انگیزه کافی را برای درگیری آنها با موضوع فراهم آورید:

۱. از هنرجویان بخواهید برخی از کاربردهای علم فیزیک در زندگی روزمره خود را بیان کنند.
۲. از هنرجویان بخواهید در رابطه با پاسخ این سؤال که چرا در علم (فیزیک، شیمی، ریاضی) موضوع اندازه‌گیری از اهمیت بسیاری برخوردار است، با یکدیگر بحث کرده و نتیجه را به کلاس اعلام کنند.

۳. از هنرجویان بخواهید تا با تشکیل گروه‌های ۳ الی ۵ نفره (یا حتی به صورت انفرادی) در رابطه با تفاوت اعداد گزارش شده در علم فیزیک و علم ریاضی بحث کرده و نتیجه را به کلاس اعلام کنند.

۴. از هنرجویان بخواهید تا با در نظر گرفتن دانش پیشین خود، برخی از کمیت‌های فیزیکی را که در سال‌های پیش با آنها آشنا شده‌اند، نام ببرند.

۱-۱ فیزیک چیست؟

● هدف

- آشنایی هنرجویان با علم فیزیک و ریشه کلمه آن
- آشنایی هنرجویان با کاربردهای علم فیزیک در زندگی
- شایستگی غیر فنی: تحقق اهداف یادگیری مادام‌العمر و همچنین تفکر منطقی

● دانش پیش نیاز

تمامی هنرجویان با کاربردهای علم فیزیک در درس علوم و کاروفناوری متوسط اول آشنا گردیده‌اند که اشاره به آنها در ابتدای بحث می‌تواند نقطه شروع مناسبی برای تدریس این بخش باشد.

● اشتباهات رایج هنرجویان

برای جلوگیری از به‌وجود آمدن کج‌فهمی در رابطه با مفهوم فیزیک مکانیک و مکانیک (به معنی شخصی که تعمیرات خودرو انجام می‌دهد) خوب است به ریشه لاتین هر دو اشاره کنید.



در لاتین فیزیک مکانیک برآمده از ترجمه کلمه Mechanics است و شاخه‌ای از علم است که در رابطه با اجسام در حال حرکت و همچنین نیروهایی که باعث حرکت یا تغییر وضعیت حرکت آن اجسام می‌شوند، صحبت می‌کند. از سوی دیگر، کلمه مکانیک به معنای شخص ماهر در سرویس و تعمیرات خودرو، برآمده از ترجمه کلمه Mechanic است.

● راهنمای تدریس

برای تدریس این بخش خوب است با در نظر گرفتن اهداف موردنظر، سؤالاتی را برای درگیری بیشتر فراگیران با موضوع مطرح کنید. همچنین در بخش معرفی علم فیزیک، خوب است توضیح مختصری در رابطه با ریشه لاتین آن Physica که به معنی مطالعه طبیعت است، داده شود. باید توجه داشت که کلمه Physics مبنایی برای کلمه انگلیسی Physique به معنای ساختمان بدن و هیكل نیز است.

باید در نظر داشت که در ابتدای تدریس این بخش هنرجویان باید از طریق بارش فکری و طرح سؤالات هدفمند، درک و نگرش خود را نسبت به علم فیزیک ابراز کنند. آنها در این بخش باید علم کاربردی را درک نمایند؛ علمی که در ساخت و تولید فناوری‌های مختلف پیرامون آنها به کار رفته است (اشاره به تصویر خودرو و کاربردهای مختلف علم فیزیک در آن). همچنین باید در پایان این بخش به درک کاملی از کاربردهای علوم پایه به خصوص علم فیزیک در تبیین و توضیح پدیده‌های پیرامون خود برسند. خوب است برای درگیری بیشتر هنرجویان، سؤالات زیر را ابتدای بحث برای بیان اهمیت علم فیزیک و بررسی میزان آشنایی فراگیران با این علم مطرح کنید:

۱. برخی از عبارات و کلماتی را که در علم فیزیک مطرح می‌شوند فهرست کنید. (احتمالاً به برخی مفاهیم که در علوم متوسطه با آنها آشنا شده‌اند (همچون مکانیک، نیرو، فشار، موج و ...) اشاره کنند.

۲. از هنرجویان بخواهید در گروه‌های ۳ الی ۵ نفره (یا به صورت انفرادی) معنی علمی و همچنین معنی متداول آنها را در زندگی روزمره بیان کنند.

۳. از هنرجویان بخواهید، لیستی از شغل‌های مورد علاقه خود در آینده را تهیه کنند. همچنین بخواهید تا توضیح دهند به نظر آنها چگونه دانش پیشین آنها از فیزیک می‌تواند در میزان موفقیت آنها در این شغل‌ها مؤثر باشد.

همچنین در تدریس این بخش می‌توانید شکل ۱-۱ را محوریت بحث‌های خود قرار داده و هر حوزه از علم فیزیک را متناسب با کاربرد آن در خودرو به هنرجویان معرفی کنید.

تحقیق کنید پیشنهادی

شایستگی غیر فنی:

۱. سطح یک کاربرد فناوری اطلاعات ۲. سطح یک انتخاب و به کارگیری فناوری مناسب
از هنرجویان بخواهید تصویری مطابق با شکل ۱-۱ در رابطه با یکی از ابزارها یا وسایل مورد استفاده آنها در زندگی تهیه کرده و آنها را به صورت یک فایل الکترونیکی (pdf) یا در قالب پاورپوینت به کلاس ارائه دهند. در صورت در دسترس نبودن ابزارهای نمایش رایانه‌ای از آنها بخواهید تصویر مورد نظر را رسامی و نقاشی کرده و به صورت یک پوستر و یا کاغذ دیواری در کلاس نصب کنند.

فکر کنید

هدف: فراخوانی دانش پیشین هنرجویان در رابطه با مفاهیم فیزیکی مطرح شده در دوره اول متوسطه و همچنین تقسیم بندی آنها بر اساس جدول ۱-۱

۱-۱-۱ اهمیت اندازه گیری در علم فیزیک

● هدف

- آشنایی هنرجویان با اهمیت اندازه گیری در علم فیزیک
- آشنایی هنرجویان با تعریف اندازه گیری و کاربرد آن در زندگی
- آشنایی هنرجویان با یکاهای اندازه گیری مرسوم طول در قدیم
- شایستگی غیر فنی: تحقق اهداف موجود در تفکر انتقادی

مانند تصمیم گیری

● دانش پیش نیاز

همانطور که در بخش ۱-۱ اشاره شد، هنرجویان در فصل ۲ علوم هفتم به طور خاص با مفهوم اندازه گیری و برخی وسایل اندازه گیری آشنا شده‌اند که فراخوانی این اطلاعات و اتصال آنها به مفاهیم جدید مطرح شده در این فصل می تواند عامل به وجود آمدن یادگیری معنی دار باشد.

● راهنمای تدریس

همان گونه که در قسمت اهداف آمده است، اولین هدف مطرح شده در این بخش، درک اهمیت اندازه گیری و تعریف آن توسط هنرجویان است. همچنین هنرجویان باید میان اندازه گیری های عددی و اعداد گزارش شده در کلاس ریاضی تفاوت قائل شوند. از این رو، می توانید با رجوع به تصویر اول فصل، این تفاوت را به بهترین شکل به آنها نشان دهید.



در قسمت بعد برای آشنایی فراگیران با کاربردهای مختلف اندازه‌گیری در علم فیزیک و به‌طور کلی‌تر اندازه‌گیری‌های عددی در زندگی روزمره، پیشنهاد می‌شود سؤالات زیر را مطرح کنید:

۱. به نظر شما چقدر اندازه‌گیری عددی در زندگی شما نقش دارد؟
 ۲. چند مورد از اندازه‌گیری‌های عددی را که در طول روز انجام می‌دهید، نام ببرید. همچنین تعیین کنید هریک از این اندازه‌گیری‌ها توسط چه وسیله‌ای و برای سنجش کدام کمیت فیزیکی انجام گرفته است؟
- یکی از مهم‌ترین بخش‌های این قسمت، آشنایی فراگیران با یکاهای اندازه‌گیری مرسوم طول در قدیم است. لازم است پس از معرفی نکات مهم در اندازه‌گیری یک کمیت، توجه هنرجویان را به شکل ۴-۱ جلب کنید.

تجربه کنید پیشنهادی

شایستگی غیر فنی: تحقق تفکر انتقادی و سازماندهی اطلاعات برای بیان علت از هنرجویان بخواهید، طول برخی از اجسام پیرامون خود در کلاس درسی را بر اساس یکاهای مرسوم در قدیم (براساس شکل ۴-۱) به‌دست آورند. همچنین بخواهید تا چند هنرجو طول یک وسیله یکسان را با یکی از یکاهای قدیمی اندازه‌گیری کرده و عددهای به‌دست آمده را با یکدیگر مقایسه کنند. سپس از آنها بخواهید در رابطه با علت اختلاف احتمالی اعداد گزارش شده، توضیح دهند.

فکر کنید

هدف :

- درک مشکلات اندازه‌گیری با اعضای بدن در زمان قدیم
 - شایستگی غیر فنی ۱: تحقق تفکر انتقادی و سازماندهی اطلاعات برای بیان علت
 - شایستگی غیر فنی ۲: بهبود مهارت‌های ارتباط مؤثر مانند اجتماعی بودن، مهارت گوش کردن و مذاکره و انجام کار تیمی
- پاسخ: انتظار می‌رود فراگیران به این موضوع اشاره کنند که اندازه‌گیری اعضای بدن برای افراد مختلف متفاوت است در نتیجه امکان دارد اندازه‌گیری طول یک وسیله با دو نفر، اعداد متفاوتی گزارش شود. در این صورت اعداد گزارش شده برای یک وسیله برابر نبوده و قابل استناد در سراسر جهان نیست.

تدریس پیشنهادی

● هدف

اهمیت تناسب ابزارهای اندازه‌گیری با کمیت مورد اندازه‌گیری

روش کار:

نام یا تصویر تعدادی از ابزارهای اندازه‌گیری را در اختیار هنجریان بگذارید. از آنها بخواهید توضیح دهند کدام یک از ابزارهای معرفی شده برای اندازه‌گیری مشخصات اجسام موجود در کلاس درس، مناسب هستند.

۱-۲ کمیت‌ها و یکاها

● هدف

- آشنایی هنجریان با مفهوم کمیت و تفاوت آن با کیفیت
- آشنایی هنجریان با مفهوم یکا و استاندارد تعیین شده برای یکاها
- آشنایی هنجریان با تقسیم‌بندی یکاها به دو دسته کلی اصلی و فرعی
- شایستگی غیر فنی: سطح ۱ یادگیری در یادگیری مادام‌العمر، سطح ۱ سازمندی و تفسیر اطلاعات در سواد اطلاعاتی

● دانش پیش نیاز

- هنجریان برای ورود به این بحث نیازمند دانش‌های زیر هستند:
- اندازه سرعت متوسط از علوم نهم
- کمیت‌های فیزیکی که در علوم و کار و فناوری اول متوسطه با آنها آشنا شده‌اند.

● راهنمای تدریس

با توجه به اینکه هنجریان در دوره اول متوسطه با انواع مختلفی از کمیت‌های فیزیکی در درس علوم و کاروفناوری آشنا شده‌اند، خوب است در ابتدای بحث با طرح پرسشی، برخی از کمیت‌ها را توسط فراگیران یادآوری کنید.

همان‌طور که در قسمت اهداف این بخش آمده است، یکی از هدف‌های مهم معرفی تقسیم‌بندی یکاها به دو دسته کلی اصلی و فرعی است. به این منظور خوب است توجه آنها را به تفاوت میان کمیت طول (مسافت) و سرعت متوسط جلب کنید. همچنین می‌توانید پرسش‌های زیر را مطرح کنید:

۱. شما در ریاضیات و همچنین علوم دوره اول متوسطه با مفهوم حجم و نحوه محاسبه آن آشنا شده‌اید. به نظر شما یکای این کمیت فیزیکی را چگونه می‌توان به دست آورد؟
۲. در فصل ۲ علوم هفتم با نحوه محاسبه چگالی یک ماده آشنا شده‌اید. یکای این کمیت فیزیکی را چگونه می‌توان به وسیله رابطه آن به دست آورد؟



● دانش‌افزایی

استانداردهای تعیین شده برای یکاهای اصلی (جرم، طول و زمان) استاندارد طول

در سال ۱۱۲۰ قبل از میلاد مسیح، پادشاه انگلستان اعلام کرد فاصله نوک بینی تا نوک دست خود در حال کشیده را استاندارد طول در نظر گرفته و آن را یک یارد نامید. به همین شکل استاندارد اولیه تعریف شده برای یک فوت، معادل طول پای لویی ۱۴ در فرانسه بود که این استاندارد تا ۱۷۹۹ میلادی و تا قبل از روی کار آمدن استاندارد متر در فرانسه استفاده می‌شد. در این سال یکای جدیدی برای طول در فرانسه معرفی گردید که استاندارد تعریف شد. بر این اساس ۱ متر معادل $\frac{1}{1000000}$ فاصله میان قطب شمال و خط استوا هنگام عبور از یک طول جغرافیایی که از شهر پاریس عبور می‌کرد، در نظر گرفته شده بود. این استاندارد طول تا اوایل ۱۹۶۰ میلادی در تمام جهان علم و در سرتاسر دنیا مورد استفاده قرار گرفت تا اینکه در این سال استاندارد جدید برای یکای متر معرفی کردند. براساس این استاندارد جدید، ۱ متر فاصله میان دو خط نشانه‌گذاری شده بر روی یک میله از جنس پلاتین-ایریدیوم بود که در شرایط کنترل‌شده‌ای در فرانسه نگهداری می‌شد. خیلی زود این استاندارد نیز به‌دلایلی که عمده آنها وجود خطا و دقت ناکافی در اندازه‌گیری فاصله میان آن دو خط بود، کنار گذاشته شد تا در دهه ۶۰ و ۷۰ میلادی استاندارد جدیدی برای متر تعریف شد که تاکنون این استاندارد به قوت خود باقی است. براساس این استاندارد ۱ متر مسافتی است که نور در شرایط خلأ در مدت زمان $\frac{1}{299792458}$ ثانیه می‌پیماید.

استاندارد جرم

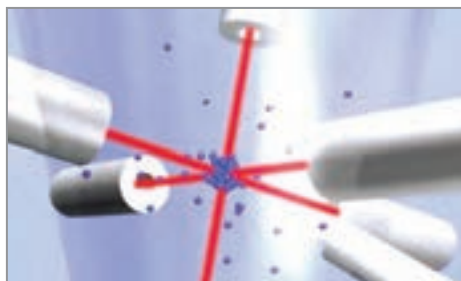
یکای اصلی جرم در SI کیلوگرم است. در ۱۸۸۷ میلادی ۱ کیلوگرم را معادل جرم استوانه‌ای فلزی از جنس پلاتین-ایریدیوم تعریف کردند که در شرایط کاملاً کنترل شده‌ای در موزه سور فرانسه نگهداری می‌شود. جالب است بدانید استاندارد کیلوگرم تنها یک مورد از هفت استاندارد تعریف شده برای یکاهای اصلی اندازه‌گیری است که از زمان تعریف آن در قرن نوزدهم تاکنون بدون تغییر مانده است. این استاندارد سالی یک بار تحت تدابیر شدید امنیتی مورد بازبینی قرار می‌گیرد؛ اما تغییر وزن ایجاد شده در این قطعه از ابتدا تاکنون نشان‌دهنده این موضوع است که دیگر زمان کنار گذاشتن این استاندارد برای انجام اندازه‌گیری‌ها فرا رسیده است و دانشمندان به دنبال یافتن روشی برای تعریف استاندارد کیلوگرم بر حسب ثابت‌های طبیعت هستند (همانند استاندارد طول).



استاندارد زمان

استانداردهای متفاوتی برای یکای زمان تعیین شده است؛ ولی در ۱۹۶۷ میلادی در بررسی‌هایی برای یافتن استاندارد دقیق برای یکای زمان، ساعتی اتمی ساخته شد که می‌توانستند در آن فرکانس یک گذار اتمی خاص را با دقت بسیار بالایی اندازه‌گیری کنند. خطای اندازه‌گیری در این وسیله در حدی معادل ۱ ثانیه در هر ۳۰۰۰۰ سال بود؛ بنابراین در ۱۹۶۷ میلادی استاندارد یکای زمان را بر اساس فرکانس تابشی نمونه‌ای از اتم سزیم در نظر گرفتند. بر این اساس ۱ ثانیه را معادل $9/192/631/770$ برابر دوره تناوب تابش الکترومغناطیسی مربوط به گذار الکترون میان دو تراز بسیار ظریف اتم سزیم ۱۳۳ در نظر گرفتند.

دانشمندان مؤسسه ملی فناوری و استانداردهای آمریکا (NIST) دقیق‌ترین ساعت اتمی جدید موسوم به F2-NIST را ساخته‌اند. این ساعت طی ۳۰۰ میلیون سال هیچ ثانیه‌ای جلو نخواهد رفت و هیچ ثانیه‌ای را نیز از دست نخواهد داد و این موضوع آن را حدود سه برابر دقیق‌تر از F1-NIST می‌کند که از سال ۱۹۹۹ تاکنون به‌عنوان استاندارد عمل کرده است. ساعت F2-NIST آخرین نمونه در مجموعه ساعت‌های اتمی سزیم محور است که از دهه ۱۹۵۰ تاکنون توسط NIST طراحی شده‌اند. این موسسه در تلاش برای پیشرفت دادن زمان اتمی که بخشی از زیرساخت اساسی یک کشور پیشرفته به‌شمار می‌آید، است. بسیاری از فناوری‌های روزانه، مانند تلفن‌های همراه، ماهواره‌های گیرنده سیستم مکان‌یابی جهانی (جی پی اس) و شبکه برق الکتریکی بر دقت بالای ساعت‌های اتمی متکی‌اند.



۱-۲-۱ کمیت‌ها و یکاهای اصلی

● هدف

- آشنایی هنرجویان با کمیت‌های اصلی
- آشنایی هنرجویان با یکاهای اصلی
- آشنایی هنرجویان با دستگاه‌های مرسوم یکاهای اندازه‌گیری مخصوصاً SI
- شایستگی غیر فنی: یادگیری مادام‌العمر، سازماندهی و تفسیر اطلاعات در سواد اطلاعاتی

● اشتباهات رایج

۱. اکثر هنرجویان در مورد حرف مربوط به یکا و نماد یک کمیت فیزیکی دچار اشتباه می‌شوند. به عنوان مثال M نماد کمیت فیزیکی جرم بوده، در حالی که m حرف مربوط به یکای طول به معنای متر می‌باشد.
۲. اکثر هنرجویان هنگام قرار دادن مقدار عددی کمیت‌ها در روابط فیزیکی به موضوع یکسان بودن دستگاه یکای مورد استفاده برای تمامی کمیت‌ها دقت نمی‌کنند. در نتیجه خوب است پس از معرفی دستگاه یکاهای مرسوم، بر این موضوع بصورت خاص همراه با یک مثال تأکید شود.

● راهنمای تدریس

این قسمت را با در نظر گرفتن سطح موضوعات مطرح شده در کتاب درسی آموزش دهید. در نظر داشته باشید که تقسیم بندی اصلی مربوط به یکاها است. یعنی یکاها در علم و در کلی ترین حالت به دو دسته اصلی و فرعی تقسیم می‌شوند. در نتیجه کمیت‌های مرتبط با یکاهای اصلی را کمیت‌های اصلی و کمیت‌های مرتبط با یکاهای فرعی را کمیت‌های فرعی می‌نامند.

فکر کنید

هدف:

- آشنایی با مشکلات عدم وجود استاندارد یکسان در اندازه‌گیری یک کمیت
- شایستگی غیر فنی ۱: بهبود تفکر منطقی، انتقادی و سیستمی
- شایستگی غیر فنی ۲: بهبود مهارت‌های ارتباط مؤثر، مانند اجتماعی بودن، مهارت گوش کردن و مذاکره و انجام کار تیمی

پس از پاسخ هنرجویان به فکر کنید صفحه ۱۹ و پی بردن به اهمیت تعیین استانداردهای مناسب و جهان شمول برای یکاهای اصلی، بهتر است به معرفی دستگاه‌های رایج تعیین یکا بپردازید که دو نمونه مرسوم آن در قالب یک نمودار درختی در این قسمت آمده است و می‌توانید با رجوع به آن بحث دستگاه‌های تعیین یکا را آغاز کنید.

تدریس پیشنهادی

هدف:

ایجاد آمادگی در فراگیران برای ورود به بحث دستگاه‌های اندازه‌گیری یکاهای روش کار:

برای آنکه بتوانید هنرجویان را برای ورود به بحث انواع دستگاه‌ها و اهمیت آنها آماده کنید، خوب است به این موضوع اشاره شود که برای محاسبه مقدار یک کمیت بر حسب یکای دلخواه از یک رابطه فیزیکی، نیاز به هماهنگی یکاهای پارامترهای مختلف در آن رابطه است. سپس می‌توانید با اشاره به رابطه قانون دوم نیوتن در علوم نهم این موضوع را با ذکر یک مثال روشن کنید:

یکی از یکاهای مرسوم نیرو، نیوتن است. رابطه فیزیکی محاسبه نیرو به صورت زیر است:

$$F=ma$$

این رابطه دارای دو پارامتر جرم و شتاب است و فقط در صورتی که جرم بر حسب کیلوگرم و شتاب بر حسب متر بر مجذور ثانیه باشد، یکای نیرو برحسب این رابطه نیوتن به دست خواهد آمد. بر این اساس یکاهای اندازه گیری کمیت‌های مختلف در مجموعه‌هایی به نام دستگاه یکاهای اندازه گیری به صورت هماهنگ با هم تعریف می‌شوند.



۱-۲-۲- کمیت‌ها و یکاهای فرعی

● هدف

- آشنایی هنرجویان با مفهوم یکاهای فرعی
- آشنایی هنرجویان با مفهوم کمیت‌های فرعی
- **شایستگی غیر فنی :** تحقق مهارت‌های یادگیری مادام العمر و مهارت‌های سازماندهی و تفسیر اطلاعات در سواد اطلاعاتی

● دانش پیش نیاز

یادآوری روابط فیزیکی چون رابطه محاسبه نیرو (قانون دوم نیوتن)، سرعت متوسط، چگالی و ... که در علوم دوره اول متوسطه با آنها آشنا شده‌اند، برای رجوع به آنها در ابتدا و یا تدریس این قسمت مهم است.

● راهنمای تدریس

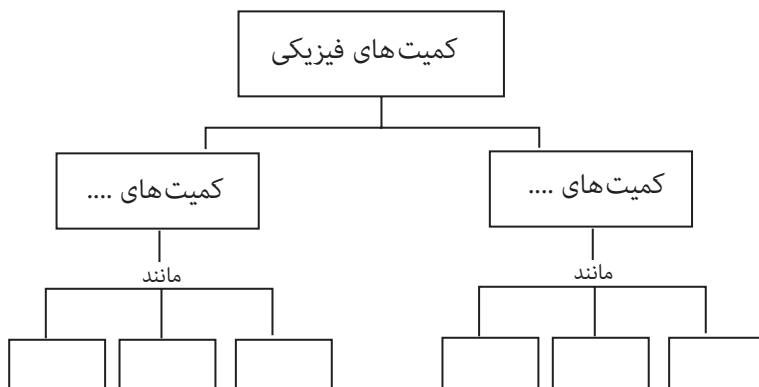
در این قسمت هنرجویان باید با مفاهیم مهمی همچون یکاها و کمیت‌های فرعی آشنا شوند و دریابند که بخش اعظم کمیت‌ها در فیزیک در این تقسیم‌بندی قرار می‌گیرند، در نتیجه نحوه یافتن یکای این کمیت‌ها از اهمیت بسزایی برخوردار است. به این منظور و برای آشنایی بیشتر آنها با تعاریف آمده در این بخش، پیشنهاد می‌شود با ارجاع هنرجویان به دانش پیشین خود در علوم دوره اول متوسطه، مثال صفحه ۲۱ کتاب درسی را پس از تعریف یکا و کمیت‌های فرعی در کلاس حل کنید.

تمرین پیشنهادی

● هدف

- تشخیص کمیت‌های فرعی براساس آشنایی با کمیت‌های اصلی (بر طبق جدول ۲-۱ کتاب)

- تحقق مهارت‌های سواد اطلاعاتی همچون جمع‌آوری و سازماندهی با استفاده از کلمه‌های داده شده، نمودار درختی زیر را کامل کنید.
اصلی، فرعی، سرعت، نیرو، طول، شتاب، زمان، جرم



تدریس پیشنهادی

● هدف

آشنایی هنرجویان با کمیت‌های مرسوم فیزیکی و یکاهای مربوط به آنها در دستگاه‌های معرفی شده
روش کار: تا به اینجا هنرجویان با تقسیم‌بندی کمیت‌ها در فیزیک به دو دسته اصلی و فرعی و دستگاه‌های یکاهای اندازه‌گیری مرتبط با آنها آشنا شده‌اند. در نتیجه می‌توان در قالب طراحی یک جدول از آنها بخواهیم برای کمیت‌های مختلف و براساس رابطه فیزیکی داده شده در جدول، یکای مناسب آنها را در دستگاه متریک و انگلیسی به دست آورند. برای این منظور می‌توانید از جدولی مشابه روبه‌رو استفاده کرده و آن را به صورت یک تکلیف خانگی و یا کلاسی همراه با نمره تشویقی به هنرجویان تحویل دهید (البته با حذف خانه‌هایی که انتظار دارید هنرجویان خود، آنها را تکمیل کنند).

ردیف	نام کمیت	نام واحد	نماد	فرمول	توضیحات
۱	طول	متر	m		
۲	زمان	ثانیه	s		
۳	جرم	کیلوگرم	kg		
۴	سرعت	متر بر ثانیه	m/s		
۵	تسارع	متر بر ثانیه مربع	m/s ²		
۶	نیروی	نیوتن	N		
۷	انرژی	ژول	J		
۸	توان	وات	W		
۹	فشار	پاسکال	Pa		
۱۰	دما	گراد سلسیوس	°C		
۱۱	تکانه	کیلوگرم متر بر ثانیه	kg m/s		
۱۲	تکانه زاویه‌ای	کیلوگرم متر مربع بر ثانیه	kg m ² /s		
۱۳	تکانه خطی	کیلوگرم متر بر ثانیه	kg m/s		
۱۴	تکانه زاویه‌ای	کیلوگرم متر مربع بر ثانیه	kg m ² /s		
۱۵	تکانه خطی	کیلوگرم متر بر ثانیه	kg m/s		
۱۶	تکانه زاویه‌ای	کیلوگرم متر مربع بر ثانیه	kg m ² /s		
۱۷	تکانه خطی	کیلوگرم متر بر ثانیه	kg m/s		
۱۸	تکانه زاویه‌ای	کیلوگرم متر مربع بر ثانیه	kg m ² /s		
۱۹	تکانه خطی	کیلوگرم متر بر ثانیه	kg m/s		
۲۰	تکانه زاویه‌ای	کیلوگرم متر مربع بر ثانیه	kg m ² /s		

با انجام این کار در حین تدریس و یا تا جلسه بعد، هنرجویان به خوبی به اهداف مهم زیر دست خواهند یافت:

۱. درک کامل تفاوت میان کمیت‌های اصلی و فرعی
۲. نحوه یافتن یکاهای فرعی براساس رابطه فیزیکی و یکاهای اصلی
۳. استفاده از یک دستگاه یکای اندازه‌گیری یکسان برای همه پارامترهای موجود در هر رابطه فیزیکی برای به دست آوردن یکای مورد نظر در همان دستگاه

۱-۲-۳ تبدیل یکاها و پیشوندها

● هدف

- آشنایی هنرجویان با پیشوندها و ضرایب تبدیل آنها
- آشنایی هنرجویان با نحوه تبدیل یکاها
- شایستگی غیر فنی: تحقق اهداف مربوط به مهارت‌های محاسبه و کاربرد علم ریاضیات در فیزیک



● دانش پیش نیاز

مهم‌ترین دانش پیش‌نیاز این بخش، دانش ریاضی مرتبط با ضرب و تقسیم اعداد توان‌دار است. در نتیجه خوب است قبل از ورود کامل به بحث تبدیل یکاها از وجود این دانش از طریق طرح یک مثال عددی مطمئن شده و در صورت وجود مشکل، آن را برطرف کنید.

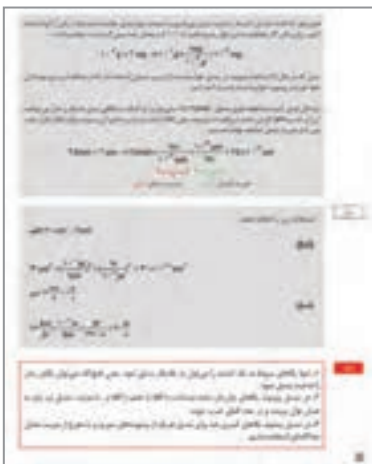
● اشتباهات رایج

اکثریت هنرجویان پیشوند یکاها را با خود یکا اشتباه می‌گیرند و هنگامی که از آنها می‌خواهیم بگویند یکای جرم چیست، آن را کیلو در نظر می‌گیرند یا برعکس تصور می‌کنند باید در هر حالتی یکاها را بدون پیشوند استفاده کرد؛ برای مثال یکای جرم در SI کیلوگرم است و تصور می‌کنند باید پیشوند کیلو را حذف کرد. بهتر است در حین تدریس با ذکر دلیل اهمیت وجود این پیشوندها و زمان تبدیل آنها را به هنرجویان متذکر شویم.

● راهنمای تدریس

همان‌طور که در قسمت اهداف این قسمت آمده است، مهم‌ترین مقصود این بخش آشنایی هنرجویان با تعریف و اهمیت پیشوندها و نحوه تبدیل آنها به یکدیگر است. به این منظور و برای درک صحیح آنها از مفهوم پیشوندها خوب است پس از تعریف پیشوندهای کوچک‌کننده و بزرگ‌کننده، در ابتدا توجه هنرجویان را به شکل ۸-۱ جلب کرده و نحوه کوچک‌سازی یکای طول را با استفاده از پیشوندهای کوچک‌کننده به صورت کاملاً شهودی به آنها آموزش دهید. سپس می‌توانید با جلب توجه آنها به شکل ۹-۱ گستره طولی که در زندگی روزمره با آن در ارتباط هستند و پیشوندهای مربوط به آن را متذکر شوید. در نهایت با اطمینان از این موضوع که هنرجویان درک صحیحی از مفهوم پیشوندها پیدا کرده‌اند، جدول و پیشوندهای مرسوم را به آنها معرفی می‌کنید.

در ادامه بحث همین جلسه به دومین هدف این قسمت، یعنی تبدیل یکاها می‌رسید که از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. لازم به ذکر است تکنیک‌های بسیاری برای تبدیل یکا در عمل استفاده می‌شود؛ ولی در کتاب‌های مرجع فیزیک، اصلی‌ترین و علمی‌ترین راه تبدیل یکا به جهت آشنایی فراگیران با مفهوم خط خوردن پیشوندها و جایگزین شدن آنها با پیشوندهای جدید، استفاده از ضرایب تبدیل است. در نتیجه شما می‌توانید در ابتدای موضوع به جهت پیروی از استانداردهای جهانی از این طریق تبدیل یکاها را آموزش داده (با حل مثال صفحه ۲۳ کتاب درسی) و سپس آن را به سمت تکنیک دوم آموزش داده شده در همین کتاب سوق دهید.



ارزشیابی پیشنهادی

در هنگام ارزشیابی می‌توانید هنرجویان را محدود به استفاده از تکنیک ضرایب تبدیل برای سؤال‌های ساده‌تر کرده و در سؤال‌های دشوار آنها را در انتخاب شیوه حل سؤال آزاد بگذارید.

تدریس پیشنهادی

● هدف

آموزش تبدیل یکا به روش نردبانی (شیوه دیگر آموزش استفاده از ضرایب تبدیل)

روش کار

در این جلسه می‌خواهیم نحوه تبدیل یکاهای مختلف به روش نردبانی را آموزش دهیم. فرض کنیم می‌خواهیم تبدیل یکای زیر را انجام دهیم:

$$36\text{mg}=?\text{g}$$

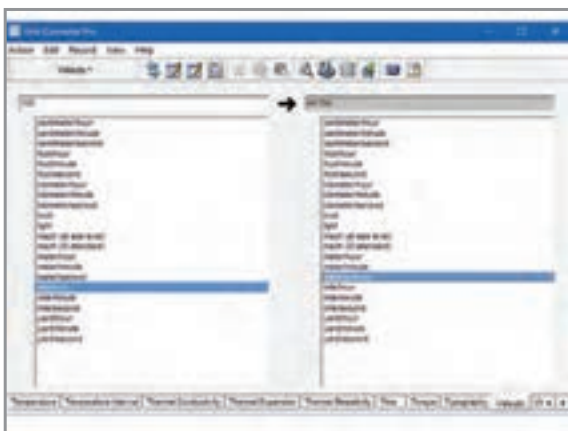
شکل ۱- تکنیک نردبانی

برای استفاده از این روش خطی افقی به نشانه خط کسری رسم می‌کنیم. داده‌های مسئله به صورت کسر روی خط مذکور قرار داده می‌شود. در نتیجه همه قوانین کسرها در مورد کسر ($\frac{36\text{mg}}{1000}$) صادق خواهد بود (مانند ساده‌سازی صورت و مخرج، ...). حال باید دید یکای جدید مورد نظر چیست؟ آن را نیز در صورت کسر در خانه مقابل می‌نویسیم؛ در این مثال، g در صورت و یکایی که باید حذف شود در پایین کسرنوشته می‌شود.

(مطابق شکل ۱) حال رابطه این دو یکا، یعنی یکای جدید و قدیم جلوی آنها نوشته می‌شود. این رابطه جزو محفوظات ما است که با رجوع به جدول ۱-۳ می‌توان آنها را مشاهده کرد. در این صورت با علم به این موضوع که $1\text{g}=1000\text{mg}$ است، در نهایت کسری مطابق با شکل ۲ خواهیم داشت. حال با اعمال ریاضی دو کسر را در هم ضرب کرده تا یکای جدید حاصل شود (مطابق شکل ۲).

$$\frac{36\text{mg}}{1000\text{mg}} \times \frac{1\text{g}}{1000\text{mg}} = \frac{36 \times 1}{1000} = 0.036\text{g} \leftarrow$$

شکل ۲- تکنیک نردبانی در تبدیل یکا



می‌توانید هنرجویان را به استفاده از این نرم افزار Unit Converter Pro که در لوح فشرده در اختیارشان قرار گرفته است، ارجاع دهید.

مثال پیشنهادی

تبدیل یکاهای زیر را به روش نردبانی و به کمک جدول ۱-۳ انجام دهید.

$$57/5 \frac{\text{lbm}^1}{\text{ft}^3} = ? \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\frac{57/5 \cancel{\text{lbm}^1}}{\cancel{\text{ft}^3}} \quad \left| \quad \frac{1 \text{ kg}}{2/2 \cancel{\text{lbm}}} \quad \right| \quad \frac{(3/2808)^3 \cancel{\text{ft}^3}}{1^3 \text{ m}^3} = 922/96 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$60 \frac{\text{mile}}{\text{min}} = ? \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

$$\frac{60 \cancel{\text{mile}}}{\cancel{\text{min}}} \quad \left| \quad \frac{1/61 \times 10^3 \cancel{\text{mi}}}{1 \cancel{\text{mile}}} \quad \right| \quad \frac{1 \text{ km}}{10^3 \cancel{\text{mi}}} \quad \left| \quad \frac{60 \cancel{\text{min}}}{1 \text{ h}} \right| = 5796 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

$$12500 \frac{\text{gal}}{\text{h}} = ? \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

$$\frac{12500 \cancel{\text{gal}}}{\cancel{\text{h}}} \quad \left| \quad \frac{1 \text{ m}^3}{2/264 \cancel{\text{gal}}} \quad \right| \quad \frac{1 \cancel{\text{h}}}{3600 \text{ s}} = \frac{12500}{264/2 \times 3600} = 0/013 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

$$200 \text{ ft}^3 = ? \text{ lit}$$

$$\frac{200 \cancel{\text{ft}^3}}{1 \cancel{\text{ft}^3}} \quad \left| \quad \frac{28/32 \text{ lit}}{1 \cancel{\text{ft}^3}} \right| = \left(\frac{200 \times 28/32}{1} \right) = 5664 \text{ lit}$$

$$1000000 \text{ ns} = ? \text{ h}$$

$$\frac{1000000 \cancel{\text{ns}}}{10^9 \cancel{\text{ns}}} \quad \left| \quad \frac{1 \cancel{\text{s}}}{3600 \cancel{\text{s}}} \quad \right| \quad \frac{1 \text{ h}}{10^9 \times 3600} = 2/78 \times 10^{-8} \text{ h}$$

۱ lbm یکای جرم در سیستم انگلیسی است و lbf یکای نیرو در آن سیستم به حساب می آید.

نکته

اگر یکای قدیمی که باید حذف شود در مخرج قرار داشته باشد، در آن صورت ضرب تبدیل در کسر بعد می‌باید به صورت $\left(\frac{\text{یکای قدیم}}{\text{یکای جدید}}\right)$ در نردبان قرار گیرد.

• دانش‌افزایی

یکاهای ضربی

به‌طور کلی یکایی که چند برابر یک یکای اصلی یا کسری از آن یکا باشد، ضرب آن یکا خوانده می‌شود؛ برای مثال g و lbm یکاهای جرم هستند که نسبت به یکای اصلی جرم kg، یکای ضربی محسوب می‌شوند، زیرا ضربی از kg هستند. به این ترتیب یکاهایی چون میلی گرم، میکروگرم، تن، من و ... ضربی از یکای kg هستند. یکاهای ضربی به دو صورت کلی ساخته می‌شوند:

الف) با استفاده از پیشوندها

همان‌طور که از اسم آنها برمی‌آید، پیشوندها همواره قبل از یکای اصلی قرار می‌گیرند. در نتیجه کیلومتر یک یکای ضربی است، در حالی که کیلوپاسکال یکای ضربی نیست، زیرا پاسکال یکای اصلی نبوده و یک یکای فرعی به حساب می‌آید.

ب) با اسامی جدیدی مطرح می‌شوند.

در این حالت نسبت آنها با یکای اصلی، اعداد ده دهی نیست؛ برای مثال یکای زمان، دقیقه، ساعت و روز و... یکاهای ضربی برای ثانیه به‌شمار می‌روند.

تمرین کنید

هدف:

آشنایی هنرجویان با دستگاه یکای اندازه‌گیری انگلیسی – آمریکایی برای تبدیل یکاها
شایستگی غیر فنی: تحقق اهداف مربوط به مهارت‌های محاسبه و کاربرد علم ریاضیات
در فیزیک

پاسخ:

$$۱) \frac{۱۵ / \text{ft}}{۱} \times \frac{۰ / ۳۰۴ \text{m}}{۱ / ۰ \text{ft}} \times \frac{۱۰۰ \text{cm}}{۱ / ۰ \text{m}} \cong ۴۵۶ \text{cm}$$

$$۲) \frac{۵۰ / ۰ \text{g}}{۱} \times \frac{۱ / ۰ \text{lb}}{۴۵۳ \text{g}} \cong ۰ / ۱۱۰ \text{lb}$$

$$۳) \frac{۱۲ / ۰ \text{lb}}{۱ / ۰ \text{ft}^۲} \times \frac{۰ / ۴۵۳ \text{kg}}{۱ / ۰ \text{lb}} \times \frac{۱ / ۰ \text{ft}^۲}{۰ / ۳۰۴ \text{m}^۲} \cong ۵۸ / ۸ \frac{\text{kg}}{\text{m}^۲}$$

در تبدیل یکا، نباید تعداد ارقام با معنی عدد تغییر کند.^۱

● دانش‌افزایی

- هر عدد غیر صفر در اندازه‌گیری یک رقم با معناست:
۳/۱۴: سه رقم معنادار دارد و عدد ۴ در مرتبهٔ صدم به‌عنوان رقم غیر قطعی آن است.
- دو رقم معنادار دارد و عدد ۴ در مرتبهٔ یکان آن به‌عنوان رقم غیر قطعی است.
- صفرهای میان رقم‌های غیر صفر معنادار هستند.
- ۲۰۲: سه رقم معنادار دارد و عدد ۲ در مرتبهٔ یکان آن به‌عنوان رقم غیر قطعی است.

کار با رقم با معنی در محاسبات		
نوع محاسبه	قاعده	مثال
جمع یا تفریق	تعداد اعداد در پاسخ نهایی می‌باشد با کمترین تعداد اعداد استفاده شده در محاسبات جمع یا تفریق برابر باشد.	مثال $\begin{array}{r} 12.3 \text{ cm} \\ + 6.28 \text{ cm} \\ \hline 18.6 \text{ cm} \end{array}$ <p>یا</p> $\begin{array}{r} 782.45 \text{ cm} \\ - 3.5328 \text{ cm} \\ \hline 778.9172 \text{ cm} \end{array}$ <p>گرد می‌شود $778.9172 \text{ cm} \approx 778.92 \text{ cm}$</p>
حزب و تقسیم	تعداد ارقام با معنی پاسخ نهایی باید با کمترین تعداد ارقام با معنی همدی که کمترین تعداد رقم با معنی را داشته‌اند برابر باشد.	مثال $\begin{array}{r} 12.3 \text{ cm} \times 18.225 \text{ cm} \\ = 224.1675 \text{ cm} \\ \approx 224.2 \text{ cm} \end{array}$
فراوانی گرد کردن رقم با معنی پس از محاسبه (مثلاً تا رقم با معنی در مرتبهٔ دهم)		
چه کاری کنیم	مثال	
به طرف پایین گرد می‌کنیم (یعنی عدد را ساده‌تر می‌کنیم تا عددی صحیح‌تر از اعداد می‌شود)	اگر رقم بعد از آخرین رقم با معنی یکی از اعداد ۰، ۱، ۲، ۳ یا ۴ باشد.	مثال $12.12 \text{ g} \approx 12.1 \text{ g}$ <p>یا</p> $76.341 \text{ ms} \approx 76.3 \text{ ms}$
به طرف بالا گرد می‌کنیم (یعنی عدد را ساده‌تر می‌کنیم تا عددی صحیح‌تر از اعداد می‌شود)	اگر آخرین رقم با معنی زوج باشد و بعد از آن عدد ۵ به تنهایی و یا همراه با صفر قرار گیرد.	مثال $25.85 \text{ mm} \approx 25.8 \text{ mm}$ <p>یا</p> $11.45000 \text{ kg} \approx 11.4 \text{ kg}$
به طرف بالا گرد می‌کنیم (یعنی عدد را ساده‌تر می‌کنیم تا عددی صحیح‌تر از اعداد می‌شود)	اگر رقم بعد از آخرین رقم با معنی یکی از اعداد ۵، ۶، ۷، ۸ یا ۹ باشد.	مثال $87.49 \text{ ml} \approx 87.5 \text{ ml}$ <p>یا</p> $22.57 \text{ nm} \approx 22.6 \text{ nm}$
به طرف بالا گرد می‌کنیم (یعنی عدد را ساده‌تر می‌کنیم تا عددی صحیح‌تر از اعداد می‌شود)	اگر رقم بعد از آخرین رقم با معنی عدد ۵ باشد به شرط آنکه رقم ۵ یا بعد از آن عدد غیر صفر همراه باشد.	مثال $8.7516 \text{ s} \approx 8.8 \text{ s}$ <p>یا</p> $23.8532 \text{ mg} \approx 23.9 \text{ mg}$
به طرف بالا گرد می‌کنیم (یعنی عدد را ساده‌تر می‌کنیم تا عددی صحیح‌تر از اعداد می‌شود)	اگر آخرین رقم با معنی فرد باشد و بعد از آن عدد ۵ به تنهایی و یا همراه با صفر قرار گیرد.	مثال $54.75 \text{ cm} \approx 54.8 \text{ cm}$ <p>یا</p> $4.3500 \text{ s} \approx 4.4 \text{ s}$

- ۱۲/۰۴۵: پنج رقم معنادار دارد و عدد ۵ در مرتبهٔ هزارم آن به‌عنوان رقم غیر قطعی است.
- صفرهای سمت چپ اولین عدد غیر صفر معنی‌دار نیستند. ما آنها را استفاده می‌کنیم تا جای اعداد را مشخص کنیم.
- ۲۰۰: یک رقم معنادار دارد، زیرا آن را می‌توان به‌صورت 2×10^2 نوشت که در این صورت رقم ۲ در مرتبهٔ یکان به‌عنوان رقم غیر قطعی است.
- ۰/۰۰۰۲۰۵: سه رقم با معنا دارد، زیرا آن را می‌توان به‌صورت $2/۰۵ \times 10^{-4}$ نوشت که در این صورت رقم ۵ در مرتبهٔ صدم به‌عنوان رقم غیر قطعی است.
- در اعداد بزرگ‌تر از یک همهٔ صفرهای نوشته شده بعد از ممیز اعشاری به‌عنوان رقم با معنی محسوب می‌شود.
- ۱۰/۰: سه رقم با معنا دارد و ۰ در مرتبهٔ دهم آن به‌عنوان رقم غیر قطعی است.
- ۲/۲۰۱: چهار رقم با معنا دارد و رقم ۱ در مرتبهٔ هزارم به‌عنوان رقم غیر قطعی آن است.

۱-۲-۴ نمادگذاری علمی

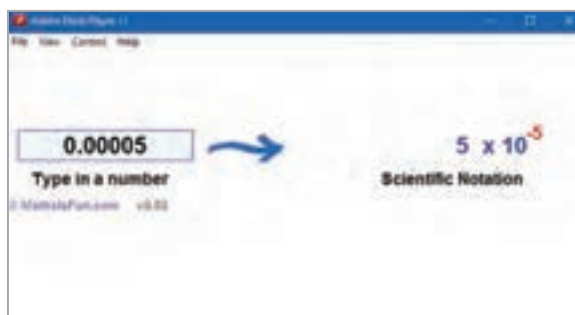
● هدف

- آشنایی با اهمیت و شیوهٔ نمادگذاری علمی
- شایستگی غیر فنی: تحقق اهداف مربوط به مهارت‌های محاسبه و کاربرد علم ریاضیات در فیزیک
- دانش پیش‌نیاز
- آشنایی با مفهوم اعداد
- آشنایی با مفهوم توان منفی و مثبت در اعداد

۱- این نکته صرفاً جهت اطلاعات عمومی بوده و بیان آن در کلاس درس جنبهٔ اختیاری دارد

● راهنمای تدریس

در این قسمت کافی است با توجه به متن کتاب به اهمیت نمادگذاری علمی اشاره کرده و براساس قاعده موجود چند عدد را به صورت نماد علمی درآورید. سپس از هنرجویان بخواهید این کار را برای چند عدد مختلف انجام دهند. می‌توانید در کلاس از این نرم افزار فلش کوچک برای نمایش اعداد اعشاری به صورت نمادگذاری علمی استفاده نمایید.



۱-۳ اندازه‌گیری کمیت‌ها

● هدف

- آشنایی با مفهوم خطا در اندازه‌گیری و عوامل مؤثر بر آن
- آشنایی با مفهوم دقت و صحت و اهمیت آنها در اندازه‌گیری
- شایستگی غیر فنی: تحقق مهارت‌های یادگیری مادام‌العمر و همچنین مهارت‌های سازماندهی و تفسیر اطلاعات در سواد اطلاعاتی

● اشتباهات رایج

به‌طور معمول و براساس دانش پیشین هنرجویان در علوم پایه هفتم هنرجویان ممکن است مفهوم تفکیک‌پذیری یا رزولوشن یک وسیله را با مفهوم دقت اندازه‌گیری اشتباه بگیرند. درواقع (براساس کتاب‌های مرجع جدید و تغییر تعریف مفهوم دقت) دقت اندازه‌گیری را نزدیکی مقادیر گزارش شده در یک اندازه‌گیری می‌گویند؛ در حالی که رزولوشن یا تفکیک‌پذیری کوچک‌ترین درجه‌بندی یک وسیله اندازه‌گیری است. برای آشنایی با این مفهوم و مفاهیم وابسته پیشنهاد می‌شود دانش‌افزایی این قسمت و قسمت بعد را به دقت مطالعه کنید.



● راهنمای تدریس

در تدریس این قسمت، یادآوری بحث اهمیت اندازه‌گیری در علم و به‌خصوص علم فیزیک می‌تواند راه گشا باشد. در واقع شما می‌توانید با ارجاع هنرجویان به زندگی روزمره خود و حتی رشته تحصیلی آنها، با طرح سؤالاتی آنها را برای ورود به بحث آماده کنید. مهم‌ترین موضوع مطرح شده در این بخش، بحث خطا و عوامل مؤثر بر اندازه‌گیری توسط یک وسیله اندازه‌گیری است که به‌طور مختصر باید به آن اشاره شود. پیشنهاد می‌شود برای درک مفهوم خطا در اندازه‌گیری و عوامل مؤثر بر آن، سؤالاتی نظیر سؤالات زیر را مطرح کرده و در کلاس روی آن بحث کنید:

۱. به نظر شما آیا می‌توان طول کلاس را با یک خط کش ۲۰ سانتی متری اندازه‌گیری کرد؟

۲. تا به حال ترازوهای مورد استفاده در طلافروشی‌ها (ادویه فروشی‌ها) را دیده‌اید؟ به نظر شما چرا نمی‌توان از ترازوهای دوکفه‌ای (مخصوص میوه‌فروشی‌ها) در این محل‌ها استفاده کرد؟

پیشنهاد می‌شود برای تشریح موضوع خطا در اندازه‌گیری و عوامل مؤثر بر آن و همچنین تعاریف مهم در علم اندازه‌گیری، دانش‌افزایی زیر را به‌دقت مطالعه کنید.

● دانش‌افزایی

اصولاً هنگامی که آزمایشگری در محل آزمایشگاه به بررسی فرضیه از طریق انجام آزمایش و اندازه‌گیری کمیت‌ها می‌پردازد، عواملی وجود دارد که مانع از رسیدن او به مقدار واقعی آن کمیت می‌شود. این عوامل را در اصطلاح عوامل خطا می‌نامند. البته باید در نظر داشت که براساس محدودیت‌های حاکم بر بشر و همچنین ابزارهای تولید شده توسط او، مقدار واقعی هیچ کمیتی به‌طور دقیق معلوم نیست و در علم اندازه‌گیری منظور از مقدار واقعی یک کمیت، مقداری است که از دقیق‌ترین آزمایش انجام شده برای اندازه‌گیری آن کمیت تاکنون گزارش شده است و یا مقدار تئوری که برای آن کمیت در نظر می‌گیریم.

خطای مطلق

همواره قدرمطلق اختلاف میان مقدار اندازه‌گیری شده و کمیت در یک آزمایش و یا مقدار به‌دست آمده ناشی از محاسبه آن با مقدار واقعی آن کمیت را خطای مطلق می‌گویند. توجه داشته باشید، خطای مطلق دارای یکا و بعد است.

$$| \text{نتیجه آزمایش} - \text{مقدار واقعی} | = \text{خطای مطلق}$$

خطای نسبی

حاصل تقسیم خطای مطلق بر مقدار واقعی یک کمیت را که معمولاً بر حسب درصد نیز گزارش می‌کنند، خطای نسبی آن اندازه‌گیری می‌نامند. این خطا بدون بعد و یکا است.

$$\% \times 100 = \frac{| \text{نتیجه آزمایش} - \text{مقدار واقعی} |}{\text{مقدار واقعی}}$$

مقدار واقعی

به طور کلی در علم اندازه‌گیری، خطاها به دو دسته کلی زیر تقسیم می‌شوند که با آشنایی با آنها می‌توان تا حد امکان باعث کاهش خطا در اندازه‌گیری یک کمیت شد.

الف) خطای تصادفی یا کاتوره‌ای^۱

این نوع خطا همان گونه که از اسم آن برمی‌آید حاصل تأثیر پدیده شانس روی اندازه‌گیری پدیده‌های مختلف است. در این نوع خطاها احتمال مثبت یا منفی بودن آن مساوی است؛ یعنی برای مثال هنگام اندازه‌گیری جرم یک جسم توسط ترازو به همان اندازه که احتمال می‌رود مقدار گزارش شده از مقدار واقعی کمتر باشد، به همان اندازه نیز این احتمال می‌رود که عدد گزارش شده بیشتر از مقدار واقعی جرم جسم باشد. در نتیجه معقول به نظر می‌رسد که میانگین اعداد به دست آمده تقریب خوبی از مقدار واقعی کمیت باشد و هر چه تعداد اندازه‌گیری‌ها را افزایش دهیم، مقدار میانگین به مقدار واقعی نزدیک‌تر خواهد شد.

ب) خطای سیستماتیک یا ذاتی

خطاهای سیستماتیک معمولاً زمانی پیش می‌آیند که واقعیت آزمایش از مفروضات نظری تعدی می‌کند و از ضریب تصحیحی که این تفاوت را اعمال کند، چشم‌پوشی می‌شود؛ برای مثال:

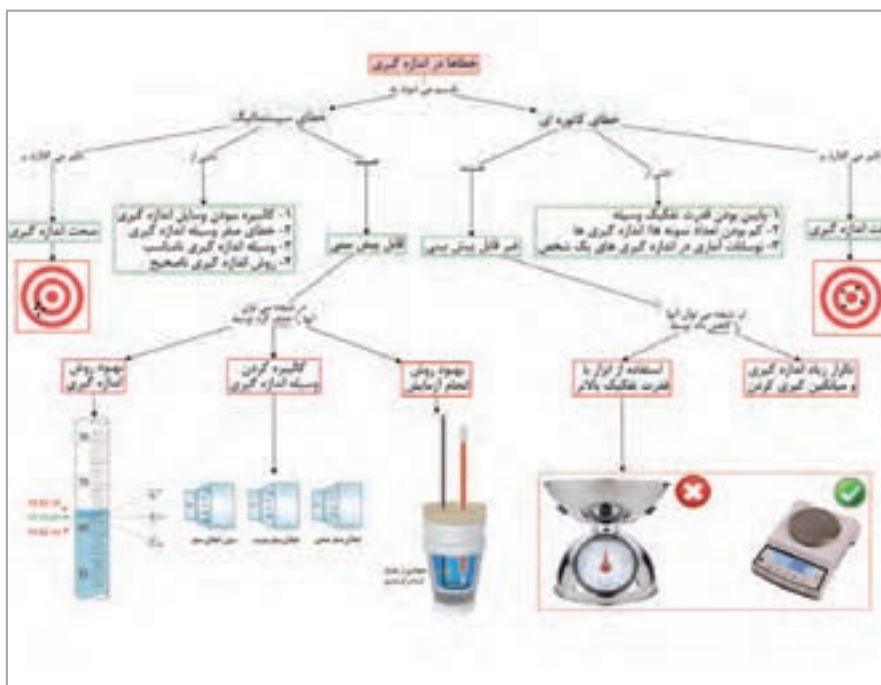
۱. معیوب بودن وسیله اندازه‌گیری:

ساده‌ترین نوع آن خطای صفر است و دستگاه کالیبره نیست (شایع در میکرومترها) و یا کرنومتری که کمی کند کار می‌کند یا ولت سنجی که محور عقربه آن دقیقاً در مرکز صفحه مدرجش نباشد.

۲. اندازه‌گیری ارتفاع یک مایع در لوله وقتی از یک وسیله متصل به لوله استفاده می‌کنیم و لوله دقیقاً قائم نیست. در این حالت خطای ذاتی مثبت وجود دارد و با افزایش ارتفاع بیشتر خواهد شد.

۳. اندازه‌گیری شتاب جاذبه زمین به وسیله یک سطح شیبدار که دارای اصطکاک است ولی وجود آن فرض نشده و مقدار نهایی حتی بعد از چند بار اندازه‌گیری و میانگین‌گیری از مقدار واقعی کمتر خواهد شد. برای درک تفاوت این دو خطا به نقشه مفهومی شکل ۳ توجه کنید.

۱- آن را خطای استاتیکی نیز می‌نامند.



شکل ۳- نقشه مفهومی انواع خطا در اندازه گیری

به طور کلی برخی از مهم ترین عوامل مؤثر در ایجاد خطا در اندازه گیری عبارت اند از:

۱- عامل انسانی

در بسیاری از مواقع خطای تصادفی ناشی از خطا در انسان به عنوان جزیی از فرایند اندازه گیری است. برای مثال تصور کنید زمان تناوب یک آونگ را چندین بار با یک کرنومتر اندازه گیری می کنیم. خطاهای ناشی از بکار انداختن کرنومتر و یا توقف آن توسط شخص اندازه گیرنده باعث می شود در هر مورد مقادیر مختلفی گزارش شود ولی براساس ویژگی این نوع خطا، هرچه تعداد اندازه گیری بیشتر شود، میانگین مقادیر به دست آمده به مقدار واقعی نزدیک تر خواهد شد.

۲- عوامل ناشی از ابزار اندازه گیری

به طور معمول عوامل ناشی از ابزار اندازه گیری دومین عامل مؤثر بر میزان خطا در اندازه گیری شناخته شده اند. در واقع ابزارهای اندازه گیری رابطی میان شخص آزمایشگر و کمیت مورد اندازه گیری هستند در نتیجه حتی اگر آزمایشگر نهایت دقت خود را در اندازه گیری یک کمیت به کار بندد، اما از یک وسیله اندازه گیری با حساسیت و یا قدرت

تفکیک‌پذیری پایین استفاده کند، بی‌شک گزارش نهایی او با مقداری خطا ناشی از کمبود حساسیت و یا تفکیک‌پذیری ابزار همراه خواهد شد. این عامل را می‌توان با افزایش حساسیت، تفکیک‌پذیری، سرعت پاسخ، کالیبراسیون و ... ابزار کاهش داد.

۳- محیط آزمایشگاه

عوامل محیطی تأثیرگذار شامل دما، فشار هوا، رطوبت، نور، نویز، ارتعاشات ناشی از عوامل داخلی و خارجی (تردد ماشین‌ها مثل کامیون و...)، نوسانات برق و ... هستند و باید در شرایط ایده‌آل تأثیرات این عوامل را به حداقل ممکن رساند؛ برای مثال برای آزمایشگاه‌های دقیق اندازه‌گیری جهت کنترل دما، رطوبت، فشار هوا از دستگاه‌های تهویه مطبوع استفاده می‌شود که خواص فیلتراسیون مناسب داشته باشند. همچنین با تنظیم یک فشار مثبت در داخل از ورود ذرات گرد و غبار و سایر آلاینده‌های معلق در هوا به داخل جلوگیری می‌شود.

۴- عوامل ناشی از تغییرپذیر بودن کمیت مورد اندازه‌گیری

در برخی از موارد با کمیت‌هایی روبه‌رو می‌شویم که در شرایط مختلف محیطی و یا بیولوژیکی مقدار آنها تغییر می‌کند؛ برای مثال در اندازه‌گیری پارامترهای بیوشیمیایی مربوط به خون همچون قند خون، کلسترول و یا هورمون امکان دارد در چند اندازه‌گیری متوالی مقادیر آنها در خون تغییر کند زیرا ذاتاً سطح ثابتی در بدن و مایعات بدن نداشته و در هر لحظه از زمان مقادیر متفاوتی خواهند داشت. شما می‌توانید با استفاده از دانش‌افزایی بالا به برخی از عوامل ایجاد خطا و نحوه برطرف کردن آن در آزمایشگاه اشاره کنید و بحث را آماده ورود به موضوع مهم این قسمت، یعنی دو مفهوم دقت^۱ و صحت^۲ کنید.

تدریس پیشنهادی

● هدف

آموزش مفهوم دقت و صحت و ارتباط آن با انواع خطا

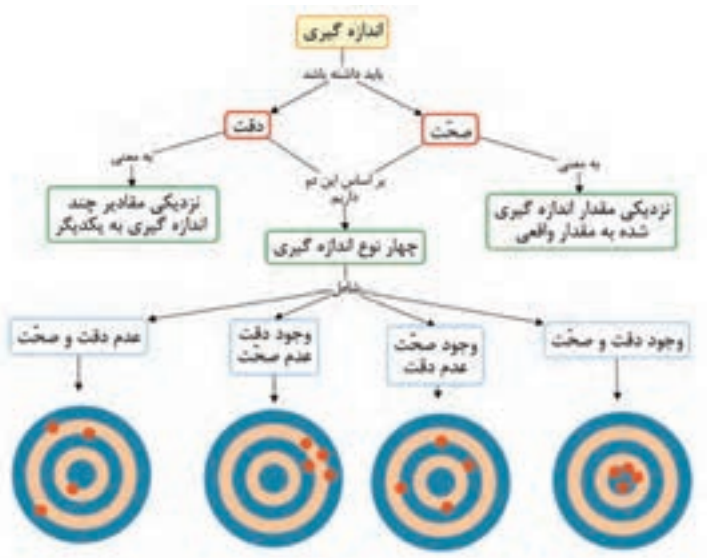
روش کار

با توجه به رویکرد جدید حاکم بر این کتاب پیشنهاد می‌شود برای آموزش مفهوم دقت و صحت و اهمیت آن در اندازه‌گیری یک کمیت و همچنین ارتباط آنها با انواع خطاهای تصادفی و سیستماتیک از نقشه مفهومی صفحه بعد استفاده کنید. نحوه استفاده از این نقشه این گونه است که شما براساس این نقشه پس از ارائه تعریفی از اندازه‌گیری و اهمیت آن، شروع به ترسیم نقشه بر روی تابلو یا نمایش قسمت ابتدایی نقشه مفهومی که در اینجا آمده است، می‌کنید. در این مرحله شما در زیر مفهوم اندازه‌گیری خواهید نوشت نتیجه هیچ اندازه‌گیری ۱۰۰ درصد نخواهد بود. در نتیجه شما با ۴ نوع اندازه‌گیری متفاوت و همچنین دو دسته‌بندی کلی برای خطا (که هر دو این مفاهیم در سطح سوم نقشه مفهومی وارد می‌شوند)

۱-Precision

۲-Accuracy

روبرو خواهید شد. سپس آموزش را با معرفی مفهوم دقت و صحت و نمایش و یا ترسیم نقشه مفهومی مورد نظر تا پایان و روی تابلو ادامه می‌دهید تا در نهایت تصویر کاملی از نقشه را در پایان درس در اختیار فراگیران قرار دهید. برای راحتی و سرعت عمل پیشنهاد می‌شود تصویر نقشه مفهومی مورد نظر را به کمک پروژکتور و یا تابلوهای هوشمند به صورت تدریجی و با پیشبرد درس به هنرجویان نمایش دهید.



پیشنهاد می‌شود که در پایان درس مثال صفحه ۲۷ را به کمک هنرجویان حل کنید و برای جا انداختن موضوع اجازه دهید هنرجویان روی پاسخ‌ها بحث کنند.

۱-۳-۱ عدد غیرقطعی و ارقام با معنی

● هدف

- آشنایی با مفهوم ارقام با معنی در یک اندازه‌گیری
- آشنایی با مفهوم عدد غیرقطعی در عدد گزارش شده توسط یک اندازه‌گیری
- شایستگی غیر فنی: تحقق مهارت‌های یادگیری مادام‌العمر و همچنین مهارت‌های سازماندهی و تفسیر اطلاعات در سواد اطلاعاتی

● راهنمای تدریس

یکی از مهم‌ترین قسمت‌های این فصل مربوط به معرفی ارقام با معنی و عدد غیرقطعی است. پیشنهاد می‌شود برای تدریس این قسمت توجه هنرجویان را به شکل ۱-۱ کتاب درسی جلب کرده و از آنها بخواهید حجم مایع را براساس این شکل حدس بزنند. سپس روی پاسخ‌ها بحث کرده تا آنها را آماده ورود به تعریف ارقام با معنی و عدد مشکوک و یا غیرقطعی کنید. در این بحث، ابزار اندازه‌گیری و مشخصات آنها از اهمیت

بسزایی برخوردار است، خوب است قبل از آموزش این قسمت برای فهم بهتر مطلب، دانش‌افزایی زیر مطالعه کنید.

● دانش‌افزایی

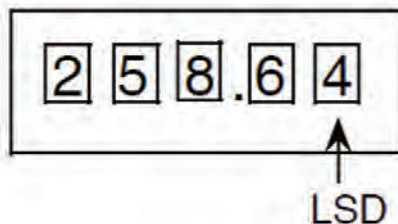
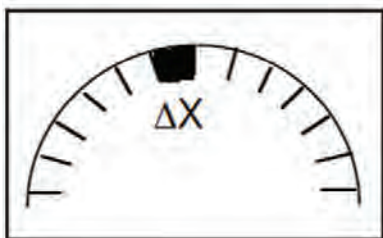
در ارتباط با هر وسیله یا دستگاه اندازه‌گیری با مفاهیم مختلفی روبه‌رو می‌شویم که در ادامه به آنها اشاره می‌کنیم:

دامنهٔ اندازه‌گیری^۱: حد فاصل بین حداقل اندازه تا حداکثر اندازه‌ای که با وسیلهٔ اندازه‌گیری می‌توان اندازه‌گیری گرفت دامنهٔ اندازه‌گیری می‌نامیم. برای مثال دامنهٔ اندازه‌گیری یک خط‌کش ۲۰ سانتی‌متری، ۲۰ سانتی‌متر است، یعنی حداکثر طول قابل اندازه‌گیری با آن ۲۰ سانتی‌متر است

رنج^۲ (گستره): حداقل و حداکثر اندازه‌ای را که یک ابزار می‌تواند اندازه‌گیری کند که به‌طور معمول روی آن درج می‌شود، در اصطلاح رنج اندازه‌گیری آن وسیله می‌گویند، برای مثال به‌طور معمول روی خط‌کش‌های ۲۰ سانتی‌متری ۰-۲۰ cm درج می‌شود.

قابلیت تفکیک^۳ (ریزننگری، تفکیک‌پذیری، قدرت تفکیک و...):

حداقل تغییراتی را که در ورودی یک ابزار یا یک دستگاه می‌توان اعمال کرد تا یک خروجی قابل قرائت بتوان به‌دست آورد؛ قابلیت تفکیک آن ابزار یا دستگاه می‌نامند. به‌طور معمول کوچک‌ترین مقدار قابل خواندن توسط ابزار (بدون حدس یا تقریب) را قابلیت تفکیک می‌گویند. برای مثال قابلیت تفکیک کولیس‌ها ۰/۱، ۰/۰۵ و ۰/۰۲ میلی‌متر است و یا قابلیت تفکیک یک خط‌کش میلی‌متری معادل ۱ میلی‌متر است. در دستگاه‌های آنالوگ قابلیت تفکیک عموماً کمترین فاصله میان دو درجه‌بندی بوده و در دستگاه‌های دیجیتال عموماً مرتبهٔ آخرین عدد معنادار^۴ گزارش شده با آن دستگاه است.



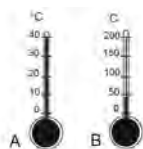
۱- Span

۲- Range

۳- Resolution

۴- Last Significant Digit (LSD)

حساسیت^۱: معنای توانایی دستگاه در پاسخ به تغییرات جزئی در کمیت مورد اندازه‌گیری است. حساسیت، کمترین مقدار تغییر در کمیت ورودی دستگاه اندازه‌گیری است که می‌تواند قطعات آن را به مقداری مؤثر حرکت دهد. این میزان حرکت در بسیاری موارد به اندازه‌ای کم است که با چشم قابل دیدن نیست. داشتن ضریب حساسیت، به‌ویژه برای دستگاه‌های کنترل‌کننده ضروری است. به‌طور کلی حساسیت و تفکیک‌پذیری وسیله اندازه‌گیری به یکدیگر وابسته‌اند، برای مثال در ابزارهای آنالوگ همواره حساسیت را عکس تفکیک‌پذیری می‌دانند. در نتیجه هرچه قدرت تفکیک‌پذیری بالاتر باشد، آن وسیله نسبت به تغییرات کوچک‌تری حساس‌تر خواهد بود. برای درک بهتر این موضوع به شکل زیر توجه کنید:



در این شکل دو دماسنج جیوه‌ای نمایش داده شده است. می‌دانیم اساس کار دماسنج‌های جیوه‌ای انبساط مایع درون دماسنج است، در نتیجه براساس ارتفاع مایع درون لوله و مقیاس‌بندی صورت گرفته می‌توان دما را اندازه‌گیری کرد. اگر به‌طور کلی تغییرات کمیت ورودی را در هر وسیله اندازه‌گیری $x\Delta$ و تغییرات کمیت خروجی را $Z\Delta$ بنامیم، در دماسنج‌ها تغییرات کمیت ورودی همان تغییرات دما ($x=\Delta\theta$) و خروجی دستگاه تغییرات ارتفاع مایع ($Z=\Delta h$) خواهد بود. بر این اساس و بر اساس تعریف حساسیت ($\frac{\Delta Z}{\Delta X}$) می‌توان دریافت که حساسیت دماسنج A بیشتر است؛ زیرا برای این دماسنج مقدار $\frac{\Delta h}{\Delta \theta}$ پنج برابر دماسنج B است. در نتیجه به‌ازای تغییرات دمایی یکسان در هر دو دماسنج، تغییرات ارتفاع در دماسنج A، ۵ برابر B خواهد بود.

زمان پاسخ^۲: مدت زمانی است که طول می‌کشد تا بعد از تغییر ناگهانی ورودی یک وسیله اندازه‌گیری، عقربه آن به حالت پایدار جدید خود بازگردد و کاملاً به حالت سکون درآید.

سرعت پاسخ: عبارتست از سرعتی که وسیله اندازه‌گیری نسبت به تغییر در ورودی، عکس‌العمل نشان می‌دهد؛ یعنی اگر وسیله اندازه‌گیری عقربه‌اش سریع‌تر حرکت کند، سرعت پاسخش بیشتر است.

پرش اضافه: با توجه به اینکه عقربه وسیله اندازه‌گیری دارای جرم است بنابراین پس از حرکت و سرعت گرفتن از حاصل‌ضرب جرم در سرعت تکانه ایجاد شده باعث می‌شود عقربه به نقاط دورتر از نقطه پایدار خود کشانده شود و پس از چند نوسان در محل پایدار خود متوقف شود که این پدیده را پرش اضافه گویند؛ بنابراین می‌توان گفت پرش اضافه وسیله اندازه‌گیری برابر است با بیشترین مقداری که عقربه از محل نقطه پایدار خود دور می‌شود.

۱- Sensitivity

۲- Response

تکرارپذیری^۱: یکی از ویژگی‌های مهم هر وسیله اندازه‌گیری تکرارپذیری نتایج اندازه‌گیری آن است؛ بدین معنا که اگر یک آزمایش در زمان‌های مختلف با ورودی‌های یکسان تکرار شود، نتایج یکسان به‌دست آید. اکثر وسیله‌ها به مرور زمان قابلیت تکرار خود را از دست می‌دهند. معمولاً در وسایل اندازه‌گیری مکانیکی به علت افزایش لقی بین قطعات لغزنده و در دستگاه‌های الکتریکی به علت درجه حرارت یا عوامل ناخواسته^۲ این پدیده به وجود می‌آید.

نکته

۱. هرچه تفکیک‌پذیری وسیله بالاتر باشد، دقت اندازه‌گیری بالاتر رفته و در نتیجه مقادیر گزارش شده در هر مرحله به یکدیگر نزدیک‌تر خواهند شد. در نتیجه تفکیک‌پذیری وسیله باعث کاهش خطای تصادفی در اندازه‌گیری می‌شود.
۲. براساس قاعده و با توجه به فاصله بین درجات در وسایل اندازه‌گیری عقربه‌ای، می‌توان تا یک دهم یا یک پنجم و یا یک دوم تفکیک‌پذیری آن وسیله حدس زد. برای مثال اینکه در شکل ۱۱-۱ تفکیک‌پذیری استوانهٔ مدرج ۱ میلی‌لیتر بود، ما توانستیم تا یک دهم میلی‌لیتر، مقدار نهایی را حدس بزنیم. در نتیجه تعداد ارقام بامعنی در نهایت یکی بیشتر از تعداد رقم‌های تفکیک‌پذیری آن وسیله است.
۳. هرچه تفکیک‌پذیری وسیلهٔ اندازه‌گیری بیشتر باشد، تعداد رقم‌های با معنی و دقت اندازه‌گیری بالاتر خواهد بود؛ اما صحت اندازه‌گیری الزاماً بیشتر نخواهد شد و موضوع صحت به عوامل دیگری، چون شرایط محیطی و خود آزمایشگر نیز بستگی دارد.
۴. اعداد حاصل شمارش و یا اعداد ثابت درون رابطه‌ها و یا اعدادی مشابه با این مثال که در هر دقیقه ۶۰ ثانیه است و ... دارای بی‌نهایت رقم معنی‌دار هستند. در نتیجه در عملیات‌های ریاضی که شامل این اعداد هستند، تعداد رقم با معنی این اعداد در نظر گرفته نمی‌شود. برای مثال در تجربه کنید صفحه ۲۹ کتاب درسی اگر ارتفاع ۱۰۰ برگ A۴ در یک اندازه‌گیری با یک خط‌کش میلی‌متری mm ۵/۴ باشد، در این صورت ضخامت هر برگ از رابطهٔ زیر به‌دست می‌آید:

$$\text{ضخامت هر برگ} = \frac{5/4 \text{ mm}}{100} = 5/4 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

- چون خط‌کش تا دو رقم معنی‌دار را نشان می‌دهد، عدد آخر حاصل از تقسیم بر یک عدد دقیق نیز باید تا دو رقم معنی‌دار گزارش شود.
- در مواردی که یک کمیت از طریق اندازه‌گیری و محاسبه هم‌زمان به‌دست می‌آید، امکان دارد افراد مختلف اعداد با تعداد ارقام معنی‌دار متفاوتی را گزارش دهند، ولی هیچ‌گاه در اندازه‌گیری مستقیم و در شرایط یکسان توسط چند نفر امکان ندارد تعداد ارقام بامعنی تغییر کند.

۱- Repeatability

۲- Noise

هدف

استفاده از مفهوم ارقام با معنی و رقم غیرقطعی در اندازه‌گیری یک کمیت
پاسخ: با رجوع به تصویر انتظار می‌رود هنرجو مقدار $23/5 \text{ psi}$ را گزارش کند که بر این
اساس ۳ رقم با معنی خواهیم داشت که رقم آخر آن رقم غیرقطعی خواهد بود.

نکته پیشنهادی

یکی از مهم‌ترین کاربردهای نمادگذاری علمی، در رابطه با مشخص کردن تعداد ارقام با معنی یک اندازه‌گیری است. برای مثال اگر طول یک قطعه 230 سانتی‌متر باشد و ما بخواهیم آن را تا سه رقم با معنی گزارش دهیم، خواهیم داشت:
 $2 \times 10^2 \text{ cm}$ و $2/3 \times 10^2 \text{ cm}$ و اگر بخواهیم آن را تا دو رقم با معنی گزارش دهیم $2 \times 10^2 \text{ cm}$ خواهد بود. در واقع قسمت عددی نمایش اعداد به صورت نمادگذاری علمی بیانگر تعداد ارقام با معنی آن اندازه‌گیری است. این موضوع بخصوص در رابطه با برخورد با عدد صفر در اندازه‌گیری کاربردی است؛ مثلاً:

• نتیجه یک اندازه‌گیری برابر 15.000 cm است، در آن صورت تعداد ارقام با معنی این اندازه‌گیری را مشخص کنید.
پاسخ: چون این عدد را می‌توان به صورت $1.5 \times 10^4 \text{ cm}$ نوشت، بر اساس نکته تنها ۲ رقم با معنی دارد!

۱-۳-۲ وسایل اندازه‌گیری

● هدف

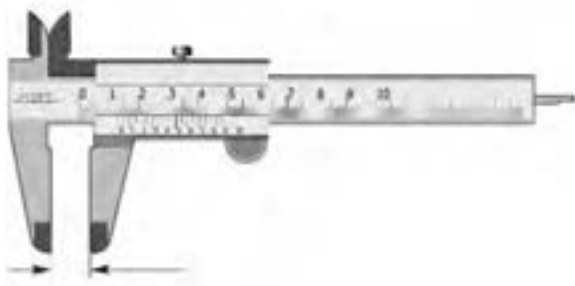
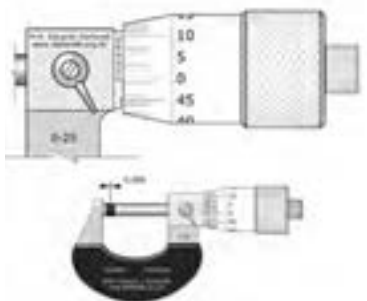
- آشنایی با نحوه اندازه‌گیری به وسیله کولیس
- آشنایی با نحوه اندازه‌گیری با ریزسنج یا میکرومتر
- شایستگی غیر فنی: تحقق مهارت‌های کاربرد فناوری در استفاده از ابزارهایی نظیر ریزسنج و کولیس
- شایستگی غیر فنی: تحقق مهارت‌های سواد اطلاعاتی به خصوص کاربرد فناوری اطلاعات در هنگام استفاده از فیلم، انیمیشن و شبیه‌سازی در یادگیری
- شایستگی غیر فنی: تحقق اهداف مدیریت منابع، نظیر مدیریت مواد و تجهیزات



● راهنمای تدریس

در این قسمت انتظار می‌رود هنرجویان پس از آشنایی با ارقام معنی‌دار و اهمیت آنها در اندازه‌گیری به اهمیت استفاده از ابزارهایی با تفکیک پذیری بالاتر پی ببرند؛ زیرا برای داشتن یک اندازه‌گیری دقیق و صحیح نیاز است که در کنار برآورده شدن شرایط ایده‌آل محیطی و افزایش دقت آزمایشگر هنگام اندازه‌گیری، از ابزاری با قدرت تفکیک و به تناسب آن حساسیت بالاتری استفاده کرد. یکی از مهم‌ترین این موارد که هنرجویان در کارهای عملی به خصوص در کارگاه‌های فنی از آنها استفاده می‌کنند کولیس و ریزسنج است.

با توجه به رویکرد کتاب، برای تدریس این قسمت می‌توانید از هنرجویان بخواهید کلیپ‌های آموزشی مرتبط با موضوع این قسمت را که در لوح فشرده‌ای در اختیار آنها قرار گرفته است، قبل از ورود به کلاس مشاهده کرده و آماده ورود به کلاس شوند. همچنین در هنگام تدریس این قسمت پیشنهاد می‌شود یک کولیس و ریزسنج را به کلاس بیاورید و یا در صورت وجود امکانات از نرم‌افزارهای شبیه‌سازی این قسمت که در لوح فشرده شما قرار دارد، برای تدریس استفاده کنید (شکل ۴ و ۵).



شکل ۴- تصویری از نرم‌افزار شبیه‌سازی ریزسنج

شکل ۵- تصویری از شبیه‌سازی کولیس

هدف

– یافتن درک مناسبی از تناسب وسیله اندازه‌گیری و کمیت مورد نظر
 – شایستگی غیر فنی: تحقق اهداف کاربرد فناوری و بکارگیری فناوری‌های مناسب
 پاسخ: انتظار می‌رود هنرجو تعداد دلخواهی صفحه A4 را روی هم قرار داده و با خط‌کش ضخامت آنها را اندازه‌گیری کند، سپس ضخامت هر ورقه از تقسیم ضخامت کل به تعداد ورقه‌ها به‌دست خواهد آمد.

۱-۴ کمیت‌های برداری و نرده‌ای

● هدف

– آشنایی با کمیت‌های نرده‌ای و برداری
 – آشنایی با قواعد جمع و تفریق برداری
 – شایستگی‌های غیر فنی: تحقق مهارت‌های یادگیری مادام‌العمر و همچنین مهارت‌های سازماندهی و تفسیر اطلاعات در سواد اطلاعاتی و همچنین شایستگی‌های محاسبه و ریاضیات

● دانش پیش‌نیاز

هنرجویان در دوره متوسطه در ریاضیات با مفهوم بردار و قواعد جمع آنها آشنا شده‌اند. در نتیجه وجود این دانش به‌عنوان پیش‌نیاز برای این قسمت از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

● اشتباهات رایج

در بحث کمیت‌های برداری، تأکید بر تعیین جهت ممکن است باعث به وجود آمدن این اشتباه شود که هر کمیت جهت داری، یک بردار است درحالی‌که کمیتی همچون جریان الکتریکی کمیتی جهت دار اما نرده‌ای است زیرا از قواعد جمع جبری پیروی می‌کند.

● راهنمای تدریس

پیشنهاد می‌شود این قسمت را براساس متن آمده، تدریس کنید. ضمناً می‌توانید برای جلب توجه و انگیزه هنرجویان با رجوع به شکل ۱-۱۳ از آنها بخواهید نظر خود را در رابطه با شکل اعلام کنند.





تدریس پیشنهادی

● **هدف:** مشخص کردن اهمیت تعیین جهت در کمیت‌های

برداری

روش کار: برای آنکه هنرجویان بتوانند با مشخصه تعیین جهت در کمیت‌های برداری آشنا شوند، می‌توانید از دو هنرجو بخواهید در انجام این فعالیت با شما همکاری کنند. یکی از هنرجویان در گوشه‌ای از کلاس ایستاده، و چشمانش را با یک پارچه ببندید. هنرجوی دیگری در نقطه دلخواهی از کلاس بایستد. سپس از هنرجوی دوم بخواهید هنرجوی اول را طوری راهنمایی کند تا به وی برسد. آنها خواهند دید برای این موضوع مجبور هستند از کلمات مرتبط با تعیین جهت همچون به جلو حرکت کن، اکنون به سمت چپ ۵ قدم بردار و ... استفاده کنند.

فکر کنید

هدف: آشنایی با تفاوت کمیت‌های برداری و نرده‌ای

پاسخ: انتظار می‌رود هنرجویان تشخیص دهند منظور از اعداد، در این فکر کنید تندی حرکت اتمبیل‌هاست زیرا در بیان آنها تنها از مقدار و یکای مناسب استفاده کرده و بحثی از جهت نکرده است.

تجربه کنید

هدف

- فراخوانی دانش هنرجویان از بحث‌های مطرح شده در این فصل و همچنین دانش پیشین خود در علوم دوره اول متوسطه
- شایستگی غیر فنی: تحقق اهداف تفکر سیستمی و همچنین سواد اطلاعاتی در جمع‌آوری و سازماندهی اطلاعات

۱-۴-۱ نمایش کمیت‌های برداری

● **هدف**

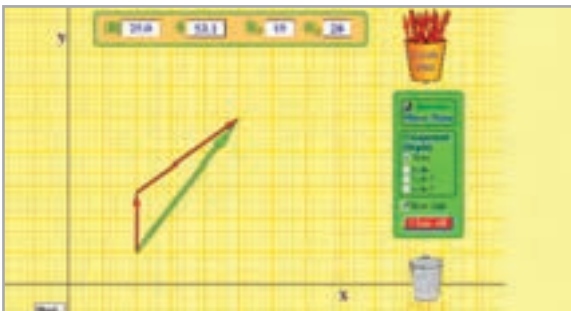
- آشنایی با نحوه نمایش کمیت‌های برداری
- آشنایی با قواعد تعیین جهت کمیت‌های برداری
- شایستگی غیر فنی: تحقق مهارت‌های یادگیری مادام‌العمر و همچنین مهارت‌های سازماندهی و تفسیر اطلاعات در سواد اطلاعاتی.

● دانش پیش نیاز

هنرجویان در دوره متوسطه در ریاضیات با مفهوم بردار و قواعد جمع بردارها در ریاضیات آشنا شده‌اند. در نتیجه وجود این دانش به‌عنوان پیش‌نیاز برای این قسمت از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

● راهنمای تدریس

پیشنهاد می‌شود این قسمت را با فراخوانی دانش پیشین هنرجویان در رابطه با بردارها و نحوه نمایش آن در سال‌های قبل به‌خصوص در درس ریاضیات آغاز کنید. همچنین پیشنهاد می‌شود پس از حل مثال صفحه ۳۳ کتاب درسی و بیان قواعد موجود برای بیان جهت یک بردار، تمرین ۳۳ و مثال صفحه ۳۴ را در کلاس حل کنید. در حل مسائل این بخش تأکید می‌شود هنرجویان قواعد تعیین جهت را براساس شکل جهتیابی کنار مسئله که ۴ جهت اصلی را نشان می‌دهد، استفاده کنند.



پیشنهاد می‌شود برای تدریس این قسمت، خصوصاً بحث قواعد جمع برداری از این نرم‌افزار شبیه‌سازی برای تدریس استفاده نمایید.

تمرین کنید

هدف: استفاده از قواعد مربوط به تعیین جهت بردارها

پاسخ:

الف) شمال

ب) ۶۰ درجه در جهت شمال شرق

ج) ۴۰ درجه در جهت غرب جنوب

۱-۴-۲ قواعد جمع برداری

● هدف

- آشنایی با قواعد هندسی جمع برداری
- تحقق مهارت‌های یادگیری مادام‌العمر و شایستگی‌های محاسبه و ریاضیات
- تحقق اهداف کار تیمی با شرکت کردن در آموزش مفهوم کمیت‌های برداری با مثال قدم برداشتن و....



● دانش پیش نیاز

هنرجویان در دوره متوسطه در ریاضیات با مفهوم بردار و قواعد جمع بردارها آشنا شده‌اند. در نتیجه وجود این دانش به‌عنوان پیش‌نیاز برای این قسمت از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

● راهنمای تدریس

مهم‌ترین نکته‌ای که باید در تدریس این قسمت در نظر گرفته شود، این است که هدف این قسمت تنها آموزش قواعد جمع برداری به روش هندسی و ترسیم می‌باشد. در نتیجه توصیه اکید می‌شود از طرح سؤالاتی که به شیوه تجزیه بردارها و با استفاده از دانش مثلثات حل خواهد شد، خودداری کنید. برای تدریس این قسمت پیشنهاد می‌شود از مثال‌های آورده شده در متن (قدم برداشتن با کمک یک هنرجو و یا توسط خود شما) استفاده کنید.

تجربه کنید

هدف

– درک مفهوم برداری و تفاوت آن با مفهوم جمع در ریاضیات
– تحقق اهداف مربوط به شایستگی‌های محاسبه و ریاضی
پاسخ: در پاسخ به این سؤال انتظار می‌رود هنرجویان با رجوع به دانش و یا تجربه پیشین خود و یا تجربه‌ای که شما در مدرسه ترتیب داده‌اید، به این نکته دست یابند که اندازه بردار (جمع) برداری دو نیروی مخالف که به یک نقطه اثر می‌کنند، از تفاضل اندازه هر یک از آنها به دست می‌آید و در این مسابقه بردار نیروی برآیند در جهت نیروی بزرگ‌تر (تیمی که نیروی بیشتری اعمال کرده است) خواهد بود.

تمرین کنید

هدف: استفاده از قواعد جمع برداری

پاسخ: انتظار می‌رود هنرجو در پاسخ به این سؤال و در نظر گرفتن قواعد جمع برداری تعیین کند اندازه جابه‌جایی کل برابر ۸ متر است؛ درحالی‌که شخص در کل ۱۲ متر مسافت پیموده است.



تمرین کنید

هدف: استفاده از قواعد هندسی جمع دو بردار

پاسخ: انتظار می‌رود هنرجو با استفاده از کاغذ شطرنجی و نقاله و با در نظر گرفتن یک مقیاس مناسب، اندازه بردار برآیند را ۵ کیلومتر و در جهت ۵۳ درجه شمال شرق به دست آورد.

پیشنهاد می‌شود از هنرجویان بخواهید تا برای این جلسه کاغذ شطرنجی و یک نقاله به همراه داشته باشند تا پس از حل مثال صفحه ۳۴ و ۳۵ در کلاس از آنها بخواهید خود تمرین‌های صفحه ۳۶ و ۳۷ کتاب درسی را به کمک کاغذ شطرنجی و نقاله حل کنند.

تمرین کنید

هدف:

استفاده از دانش ریاضیات در محاسبه طول بردار برابند
- شایستگی غیر فنی: تحقق شایستگی محاسبه و ریاضی
پاسخ: همه هنرجویان با روش فیثاغورث در درس ریاضی آشنا هستند. در نتیجه انتظار می‌رود بتوانند در پاسخ به تمرین صفحه ۶۳ کتاب درسی، اندازه بردار برابند را با استفاده از این روش محاسبه کنند.



لازم به ذکر است شما می‌توانید برخی از حالات خاص بردارها را به عنوان جمع بندی در پایان فصل مطابق زیر تحت عنوان نکته در کلاس به هنرجویان پیشنهاد دهید.

$$|\vec{R}| = |\vec{A}| + |\vec{B}|$$

چند حالت خاص برای بردار برابند:

۱- دو بردار هم جهت باشند:

$$|\vec{R}| = |\vec{B}| - |\vec{A}|$$

۲- دو بردار خلاف جهت باشند:

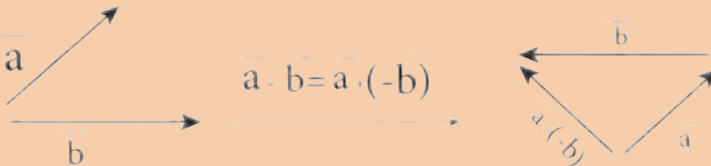
$$|\vec{R}| = \sqrt{|\vec{A}|^2 + |\vec{B}|^2}$$

۳- دو بردار عمود باشند.

تمرین کنید

هدف: به کارگیری توأم هر دو روش جمع هندسی دو بردار
پاسخ: در پایان بحث انتظار می‌رود هنرجویان با در نظر گرفتن قواعد جمع برداری به روش هندسی و ترسیم شکلی مشابه شکل روبه‌رو، دریابند که این دو روش معادل با یکدیگر می‌باشند.

هدف: یادآوری دانش پیشین هنرجویان در درس ریاضی و استفاده از آن برای یافتن قاعده‌ای برای تفاضل دو بردار
پاسخ: هنرجویان در درس ریاضی پایه هشتم با مفهوم بردار قرینه آشنا هستند در نتیجه انتظار می‌رود پس از بحث گروهی به نتیجه‌ای مشابه شکل زیر برسند:



پاسخ پرسش‌های پایان فصل

- ۱- یکای حجم در SI، متر مکعب (m^3) است. براساس رابطه پیشنهادی یکای حجم m^4 به دست خواهد آمد. بنابراین این رابطه نمی‌تواند صحیح باشد.
- ۲- خیر. این ادعا همواره صحیح نیست؛ برای مثال اگر کسی ادعا کند حجم یک استوانه از رابطه $V = \pi r h^2$ به دست می‌آید، براساس این رابطه یکای حجم منطبق با یکای SI آن خواهد بود اما این رابطه به لحاظ ریاضی صحیح نیست!
- ۳- این تابلوها که به‌طور معمول در کنار جاده‌های بیرون شهری و اتوبان‌ها نصب می‌شود بیانگر شماره بزرگراه و جهت حرکت در آن بزرگراه است. به‌طور مثال ۲ شرق یعنی اینکه بزرگراه شماره ۲ که با ورود به آن به طرف شرق حرکت خواهید نمود.
- ۴- برای حل این سؤال همه اعداد باید یکای یکسانی داشته باشند در نتیجه:

$$0.032 \text{ kg} = 3/2 \times 10^{-2} \text{ kg}$$

$$15 \text{ g} = 1/5 \times 10^{-2} \text{ kg}$$

$$2/7 \text{ mg} = 2/7 \times 10^{-3} \text{ kg}$$

$$4/1 \times 10^{-8} \text{ Gg} = 4/1 \times 10^{-2} \text{ kg}$$

$$2/7 \times 10^4 \mu\text{g} = 2/7 \times 10^{-1} \text{ kg}$$

بر این اساس بزرگ‌ترین عدد $2/7 \times 10^4 \mu\text{g}$ است و کوچک‌ترین $2/7 \text{ mg}$ خواهد بود.

-۵



- ۶- خیر، امکان ندارد. در پاسخ به سؤال دوم باید گفت بله، می‌شود. در صورتی که براینند دو بردار، هم اندازه با بردار سوم و در خلاف آن باشد.
۷. هنگامی که دو بردار هم جهت و هم راستا باشند.

حل مسئله‌ها

-۱

$$\frac{7/2 \text{ kg}}{\text{cm}^3} \times \frac{1 \text{ kg}}{10^3 \text{ g}} \times \frac{10^6 \text{ cm}^3}{1 \text{ m}^3} = 7/2 \times 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\frac{25 \cdot \text{ft}}{\text{s}} \times \frac{0/304}{1 \text{ ft}} \equiv 76/0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\frac{10/0 \text{ inch}}{1} \times \frac{0/0524 \text{ m}}{1 \text{ inch}} \times \frac{10^2 \text{ cm}}{1 \text{ m}} = 25/4 \text{ cm}$$

$$\frac{2 \text{ TB}}{1} \times \frac{10^{12} \text{ B}}{1 \text{ TB}} \times \frac{1 \text{ GB}}{10^9 \text{ B}} = 2 \times 10^3 \text{ GB}$$

-۲

$$\frac{1 \text{ gal}}{1 \text{ h}} \times \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} \times \frac{3/78 \text{ lit}}{1 \text{ gal}} = 1/05 \times 10^{-1} \frac{\text{lit}}{\text{s}}$$

-۳

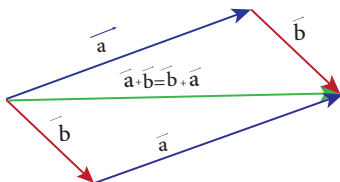
$$V = Ah \rightarrow h = \frac{V}{A} = \frac{7/5 \times 10^{-3} \text{ m}^3}{25 \text{ m}^2} = 3/0 \times 10^{-4} \text{ m} = 3/0 \times 10^{-2} \text{ cm}$$

$$۲۰۰IU = ۲۰۰ \times ۰/۰۲۵mg = \Delta mg$$

-۴

$$n = \frac{۱\Delta mg}{\Delta mg} = ۳$$

-۵



۶- با رسم بر روی کاغذ شطرنجی و انتخاب مقیاسی مناسب می توان طول بردار را به دست آورد.

۷- الف) اندازه سرعت هواپیما ۱۲۰ کیلومتر بر ساعت خواهد شد و خلبان باید قدرت موتور هواپیما را افزایش دهد تا اندازه سرعت به ۱۵۰ کیلومتر بر ساعت برسد.
ب) اندازه سرعت هواپیما ۱۸۰ کیلومتر بر ساعت خواهد شد و خلبان باید با کاهش قدرت موتورهای هواپیما، اندازه سرعت را به ۱۵۰ کیلومتر بر ساعت برساند.
ج) به دلیل وزش باد به سمت شرق، برای آنکه هواپیما بتواند در همان راستای اولیه و با همان سرعت پرواز کند، خلبان باید مسیر پرواز خود را در راستای تقریبی ۱۱ درجه شمال غرب و با سرعت ۱۴۷ کیلومتر بر ساعت منحرف کند.

$$۱۵۰ = \sqrt{x^2 + ۳۰^2} \rightarrow x = ۱۴۷ \frac{km}{h}$$

